

# Relazione progetto BISF

## 887447 Ferraro Carmelo 2023-2024, Luglio 2024 (1)

### 1. Sommario dei dati utilizzati

#### Scelta Stocks

Per la scelta degli Stocks, facenti parte all'indice S&P500, ho deciso di concentrarmi sui settori Financials, Health Care e Information Technology. Ho quindi raccolto informazioni da:

- *JPMorgan Chase & Co (JPM)* e *The Goldman Sachs Group, Inc. (GS)*;
- *Pfizer Inc. (PFE)* e *AbbVie Inc. (ABBV)*;
- *NVIDIA Corporation (NVDA)* e *Appel Inc. (APPL)*.

Ho riassunto le motivazioni per la scelta degli asset nella seguente tabella:

Ticker	Compagnia	Settore	Descrizione e notizie
<b>JPM</b>	<i>JPMorgan Chase &amp; Co</i>	Financials	<p>JPMorgan Chase è una delle più grandi istituzioni finanziarie al mondo, con attività che spaziano dal retail banking, investment banking, asset management e servizi finanziari.</p> <p>JPMorgan ha affrontato varie sanzioni e multe significative. Tra queste, una multa di \$920 milioni nel 2020 per il suo ruolo nello spoofing del mercato dei metalli preziosi e dei titoli di Stato statunitensi.</p> <p>JPMorgan ha effettuato acquisizioni strategiche per espandere le sue capacità</p>

Ticker	Compagnia	Settore	Descrizione e notizie
			<p>tecnologiche e di wealth management, tra cui l'acquisizione di WePay nel 2017 e l'acquisizione di 55ip nel 2020.</p> <p>Durante la pandemia, JPMorgan ha giocato un ruolo cruciale nell'erogazione dei prestiti negli Stati Uniti e ha mantenuto forti riserve di capitale per gestire l'incertezza economica.</p>
<b>GS</b>	<i>The Goldman Sachs Group, Inc.</i>	Financials	<p>Goldman Sachs è una delle principali banche di investimento globali, offrendo servizi di investment banking, gestione patrimoniale, trading e intermediazione.</p> <p>Goldman Sachs ha ampliato la sua presenza nel retail banking con la piattaforma di prestiti personali e conti di risparmio online Marcus, lanciata nel 2016. Marcus è diventata un'importante fonte di diversificazione delle entrate.</p> <p>Goldman Sachs ha affrontato problemi legali significativi, incluso il coinvolgimento nello scandalo del 1Malaysia Development Berhad (1MDB). Nel 2020, la banca ha accettato di pagare più di \$2 miliardi per risolvere le accuse legate allo scandalo.</p> <p>La banca ha investito pesantemente in tecnologia, inclusi progetti di intelligenza</p>

Ticker	Compagnia	Settore	Descrizione e notizie
			<p>artificiale e data analytics per migliorare le operazioni e l'efficienza.</p>
<b>PFE</b>	<i>Pfizer Inc.</i>	Health Care	<p>Pfizer Inc. è una delle più grandi aziende farmaceutiche del mondo, impegnata nella ricerca, sviluppo, produzione e commercializzazione di farmaci e vaccini.</p> <p>Nel 2015, Pfizer ha completato l'acquisizione di Hospira, un produttore di farmaci iniettabili e dispositivi medici, per circa \$17 miliardi. Questa mossa ha ampliato significativamente la presenza di Pfizer nei farmaci generici iniettabili e nei biosimilari.</p> <p>Pfizer, in collaborazione con BioNTech, ha sviluppato uno dei primi vaccini contro il COVID-19. Il vaccino è stato autorizzato per l'uso di emergenza a dicembre 2020. Questo ha portato a un significativo aumento del valore delle azioni e delle entrate di Pfizer.</p> <p>Nel dicembre 2021, Pfizer ha annunciato l'acquisizione di Arena Pharmaceuticals per circa \$6.7 miliardi. Questa acquisizione ha rafforzato la pipeline di Pfizer nei trattamenti per malattie infiammatorie e immunologiche.</p>
<b>ABBV</b>	<i>AbbVie Inc.</i>	Health Care	AbbVie è una compagnia biofarmaceutica globale focalizzata sulla scoperta,

Ticker	Compagnia	Settore	Descrizione e notizie
			<p>sviluppo e commercializzazione di terapie avanzate.</p> <p>Nel 2015 AbbVie ha acquisito Pharmacyclics, una società biofarmaceutica con un focus su oncologia, per circa \$21 miliardi. Questo ha dato ad AbbVie la co-titolarità del farmaco per il trattamento della leucemia, Imbruvica.</p> <p>Nel giugno 2019, AbbVie ha annunciato l'acquisizione di Allergan, una società specializzata in prodotti per l'oculistica e la medicina estetica, per circa \$63 miliardi. L'acquisizione è stata completata nel maggio 2020, diversificando il portafoglio di AbbVie e riducendo la dipendenza dal suo principale farmaco, Humira.</p> <p>Dal 2020 ad oggi, AbbVie ha continuato a espandere la sua presenza in oncologia con l'approvazione e la commercializzazione di nuovi farmaci per il trattamento della leucemia linfatica cronica e altre forme di cancro del sangue.</p>
<b>NVDA</b>	<i>NVIDIA Corporation</i>	Information Technology	<p>NVIDIA è una delle principali aziende tecnologiche, nota per le sue unità di elaborazione grafica (GPU) utilizzate in gaming, intelligenza artificiale, data center e veicoli autonomi.</p> <p>Nel 2018, NVIDIA ha lanciato la</p>

Ticker	Compagnia	Settore	Descrizione e notizie
			<p>serie di GPU GeForce RTX, che ha introdotto la tecnologia di ray tracing in tempo reale, rivoluzionando il settore dei videogiochi e stabilendo nuovi standard per la grafica.</p> <p>Nel 2019, NVIDIA ha annunciato l'acquisizione di Mellanox Technologies per \$6.9 miliardi. Questa mossa ha rafforzato la posizione di NVIDIA nei data center, migliorando le capacità di networking ad alte prestazioni.</p> <p>Nel 2020 NVIDIA ha annunciato l'intenzione di acquisire Arm Holdings da SoftBank per \$40 miliardi. Tuttavia, l'accordo è stato annullato nel 2022 a causa di ostacoli regolamentari significativi.</p> <p>Dal 2020 ad oggi la domanda di GPU NVIDIA è aumentata, grazie alla crescita del gaming, dell'IA e delle criptovalute. Questo ha portato a forti performance finanziarie e un aumento del valore delle azioni.</p>
<b>APPL</b>	<i>Appel Inc.</i>	Information Technology	<p>Apple Inc. è una delle più grandi aziende tecnologiche al mondo, nota per i suoi prodotti innovativi come iPhone, iPad, Mac, Apple Watch e servizi digitali.</p> <p>Nel 2014, Apple ha acquisito Beats Electronics per \$3 miliardi, integrando la tecnologia audio e il servizio di</p>

Ticker	Compagnia	Settore	Descrizione e notizie
			<p>streaming musicale. Nel 2018, Apple ha acquisito Shazam, un'applicazione di riconoscimento musicale.</p> <p>Nel 2019 Apple lancia Apple Card, la sua carta di credito in collaborazione con Goldman Sachs.</p> <p>La carta è emessa da Goldman Sachs (la loro prima carta di credito consumer), che ne gestisce tutti gli aspetti relativi al credito, come la gestione del rischio e la determinazione dei limiti di credito.</p> <p>Questa carta di credito (disponibile al momento solo negli Stati Uniti) offre diversi vantaggi come, un cashback giornaliero del 3% sugli acquisti effettuati direttamente con Apple, il 2% sugli acquisti effettuati con Apple Pay e l'1% sugli acquisti effettuati con la carta fisica.</p>
			<p>Nel 2020, Apple ha annunciato la transizione dai processori Intel ai propri chip Apple Silicon per i Mac. Questa mossa ha migliorato significativamente le performance e l'efficienza energetica dei dispositivi Apple.</p>
			<p>Nel 2020 Apple continuando a registrare forti performance finanziarie, diventa la prima azienda a raggiungere una capitalizzazione di mercato di \$2 trilioni e successivamente supera i \$3 trilioni nel 2022.</p>

Ticker	Compagnia	Settore	Descrizione e notizie
			Apple ha espanso significativamente la sua offerta di servizi digitali, tra cui Apple Music, Apple TV+, Apple Arcade e iCloud. I servizi sono diventati una parte sempre più importante delle entrate di Apple.

## Download dei dati da Yahoo! Finance

Per scaricare i dati da Yahoo! Finance ho utilizzato la libreria *yfinance*, la quale, indicando il ticker, la data di inizio periodo e quella di fine periodo (nel nostro caso dal 31 maggio 2014 al 31 maggio 2024), mi riporta i dati OHLC (Open High Low Close) daily.

Per ogni asset ricavo quindi un dataframe con il prezzo di apertura (Open), il massimo prezzo raggiunto (High), il minimo prezzo raggiunto (Low), l'ultimo prezzo con cui è stata scambiata l'azione (Close), il prezzo di chiusura aggiustato (Adj Close) e il numero di quote vendute (Volume).

Date	Open	High	Low	Close	Adj Close	Volume
2014-06-02	55.650002	55.650002	55.020000	55.349998	41.902771	9440000
2014-06-03	55.090000	55.660000	55.090000	55.599998	42.092033	9131500
2014-06-04	55.520000	55.730000	55.250000	55.680000	42.152611	9727800
2014-06-05	55.910000	56.660000	55.490002	56.630001	42.871799	16803400
2014-06-06	56.759998	57.130001	56.650002	56.970001	43.129204	15399800

Esempio delle prime 5 righe del dataframe corrispondente al titolo JPMorgan Chase & Co.

Prendo in considerazione però soltanto la colonna Adj Close di ogni asset unendole in un unico dataframe.

Per fare ciò utilizzo la funzione concat di Pandas, creo un dataframe vuoto, per ogni titolo trasformo la colonna con gli Adj Close in un dataframe temporaneo e li concateno nel nuovo dataframe creato.

Date	Adj Close_JPM	Adj Close_GS	Adj Close_PFE	Adj Close_ABBV	Adj Close_NVDA	Adj Close_AAPL
2014-06-02	41.902771	131.947021	19.234697	35.876865	0.450742	19.859392
2014-06-03	42.092033	133.406372	19.157007	36.022621	0.448839	20.140236
2014-06-04	42.152611	133.892838	19.189384	36.161762	0.449315	20.370214
2014-06-05	42.871799	134.049500	19.267071	36.638794	0.451218	20.450142
2014-06-06	43.129204	137.025970	19.046949	36.506283	0.452884	20.393906

Prime righe del nuovo dataframe.

Date	Adj Close_JPM	Adj Close_GS	Adj Close_PFE	Adj Close_ABBV	Adj Close_NVDA	Adj Close_AAPL
2024-05-23	196.919998	455.394104	28.690001	158.259995	103.790482	186.880005
2024-05-24	200.710007	458.405884	28.879999	157.059998	106.460258	189.979996
2024-05-28	199.500000	457.044128	28.299999	155.339996	113.891647	189.990005
2024-05-29	198.110001	454.420013	27.820000	154.789993	114.815567	190.289993
2024-05-30	199.330002	450.230011	28.200001	156.309998	110.490921	191.289993

Ultime righe del nuovo dataframe.

	Adj Close_JPM	Adj Close_GS	Adj Close_PFE	Adj Close_ABBV	Adj Close_NVDA	Adj Close_AAPL
count	2517.000000	2517.000000	2517.000000	2517.000000	2517.000000	2517.000000
mean	97.333326	230.514911	30.039570	82.875204	13.319601	82.479946
std	38.690366	81.741431	7.834620	39.991137	18.325410	58.867008
min	41.902771	118.272385	18.091616	33.530445	0.401343	19.859392
25%	64.402481	166.560959	23.838583	46.486347	2.271588	28.774828
50%	93.066521	198.399261	28.515434	71.587151	5.837434	50.554947
75%	127.679459	310.266266	33.677452	107.903076	16.942295	142.783722
max	204.789993	467.580383	55.076660	180.415100	114.815567	197.589523

Dati mostrati con la funzione describe.

## Presentazione dei dati con un grafico

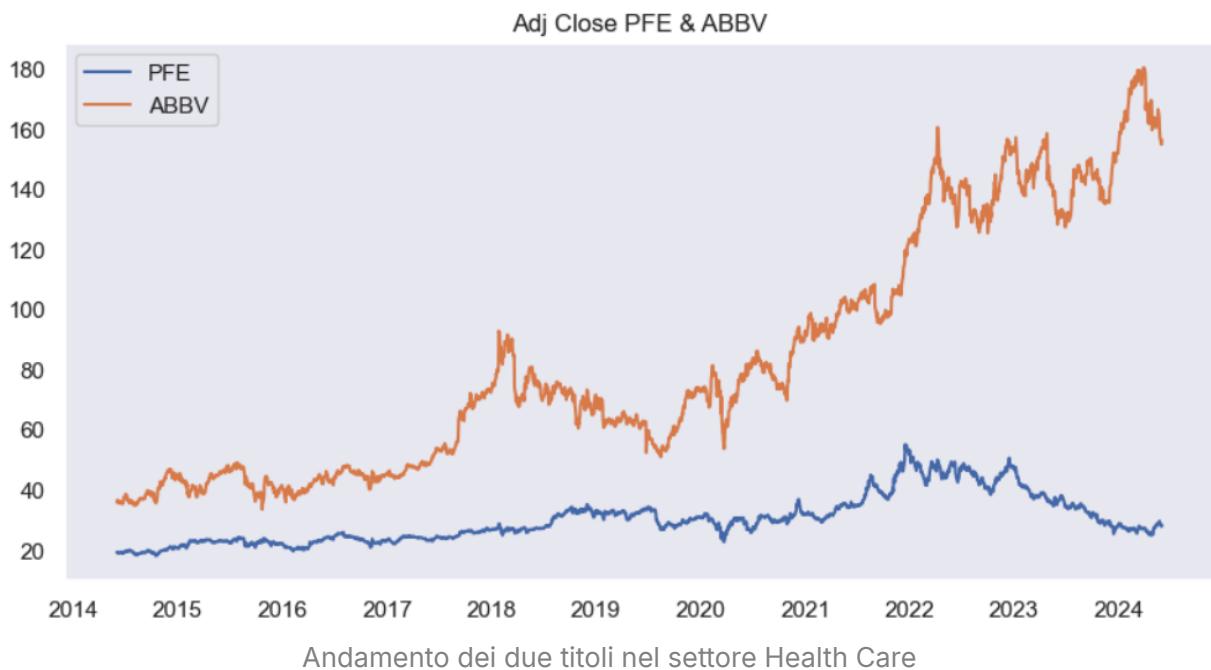




Da questo grafico possiamo notare come nel 2020 entrambi i titoli hanno avuto un netto calo dovuto probabilmente alle conseguenze della pandemia, come lo shock economico globale e l'incertezza dei mercati o anche per il taglio degli interessi da parte della banca centrale degli Stati Uniti, per poi riprendersi nel 2021.

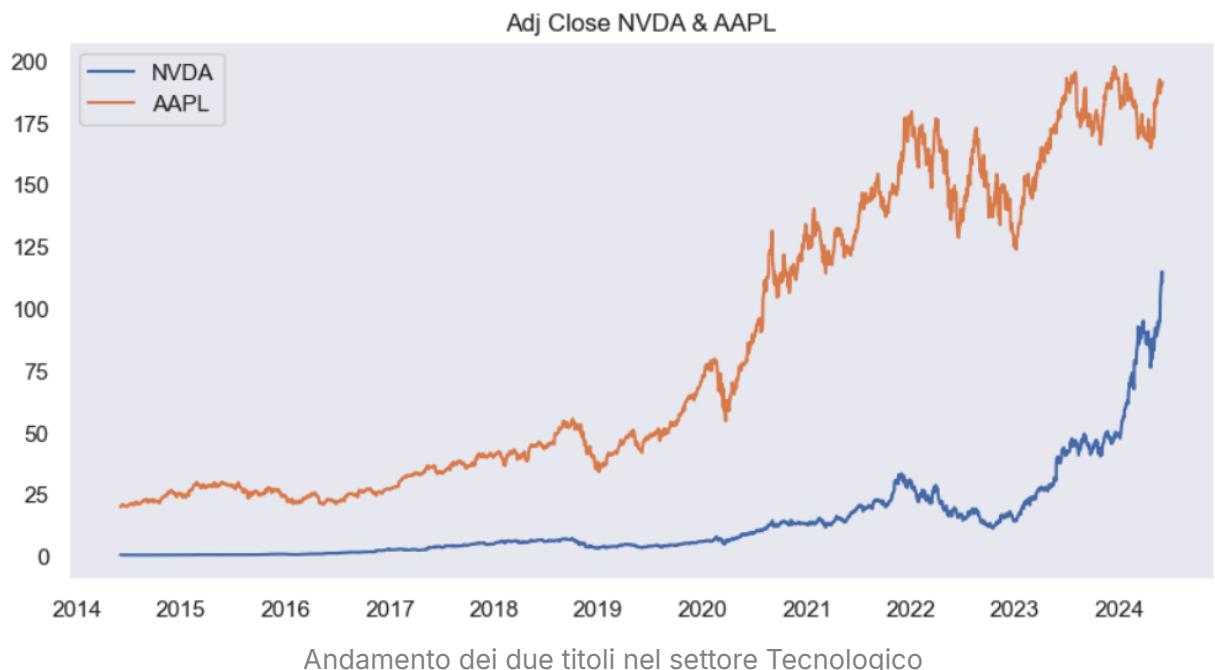
Un ulteriore calo è avvenuto nel 2022 per via dell'aumento dell'inflazione e del conflitto in Ucraina che hanno aumentato l'incertezza nei mercati finanziari.

Possiamo notare anche un trend di positivo in questo 2024 dovuto probabilmente alla ripresa economica di questo ultimo periodo, l'aumento dei tassi d'interessa da parte della banca centrale degli Stati Uniti e delle innovazioni tecnologiche nel settore.



Possiamo notare da questo grafico come Pfizer ha tenuto un andamento più stabile rispetto a AbbVie, con un leggero aumento in coincidenza della distribuzione del loro vaccino contro il COVID-19 e una tendenza al ribasso dal 2023 ad oggi.

AbbVie invece ha avuto una crescita significativa dal 2016 al 2018 dovuta probabilmente all'acquisizione di Allergan, e un'altra dal 2020 (dopo la discesa per via della pandemia) fino al oggi con un picco nel 2023.



Possiamo notare come NVIDIA, dopo una crescita lenta fino al 2020 ha avuto un forte incremento dipesa dalla domanda per le loro GPU dovuto al forte sviluppo in quel periodo di gaming, criptovalute e intelligenza artificiale.

Dopo un andamento pressoché positivo da parte di Apple, arriva un grosso aumento dal 2020 con la presentazione e messa in commercio dei nuovi Macbook con chip M1 che hanno stravolto il mercato, in quanto più performanti e con un significativo aumento della durata della batteria.

## 2. Statistiche descrittive

### Rendimento cumulato e rendimento composto annuo

cum_rtn_JPM	cum_rtn_GS	cum_rtn_PFE	cum_rtn_ABBV	cum_rtn_NVDA	cum_rtn_AAPL
3.756965	2.412203	0.466101	3.356847	244.130972	8.632218

Rendimento cumulato di ciascun titolo

Il rendimento cumulato è uguale alla quantità aggregata che l'investimento ha perso o guadagnato col tempo.

Dato che si tratta di una percentuale, investendo il 31/05/2014 per 10 anni si hanno i seguenti rendimenti cumulati

- JPMorgan Chase & Co ≈ 376%
- The Goldman Sachs Group ≈ 241%
- Pfizer ≈ 46%
- AbbVie ≈ 335%
- NVIDIA ≈ 24413%
- Apple ≈ 863%

Mentre invece il rendimento composto annuo risulta il seguente:

y_comp_rtn_JPM	y_comp_rtn_GS	y_comp_rtn_PFE	y_comp_rtn_ABBV	y_comp_rtn_NVDA	y_comp_rtn_AAPL
0.168781	0.130586	0.039002	0.158557	0.733564	0.254217

Rendimento composto annuo di ciascun titolo

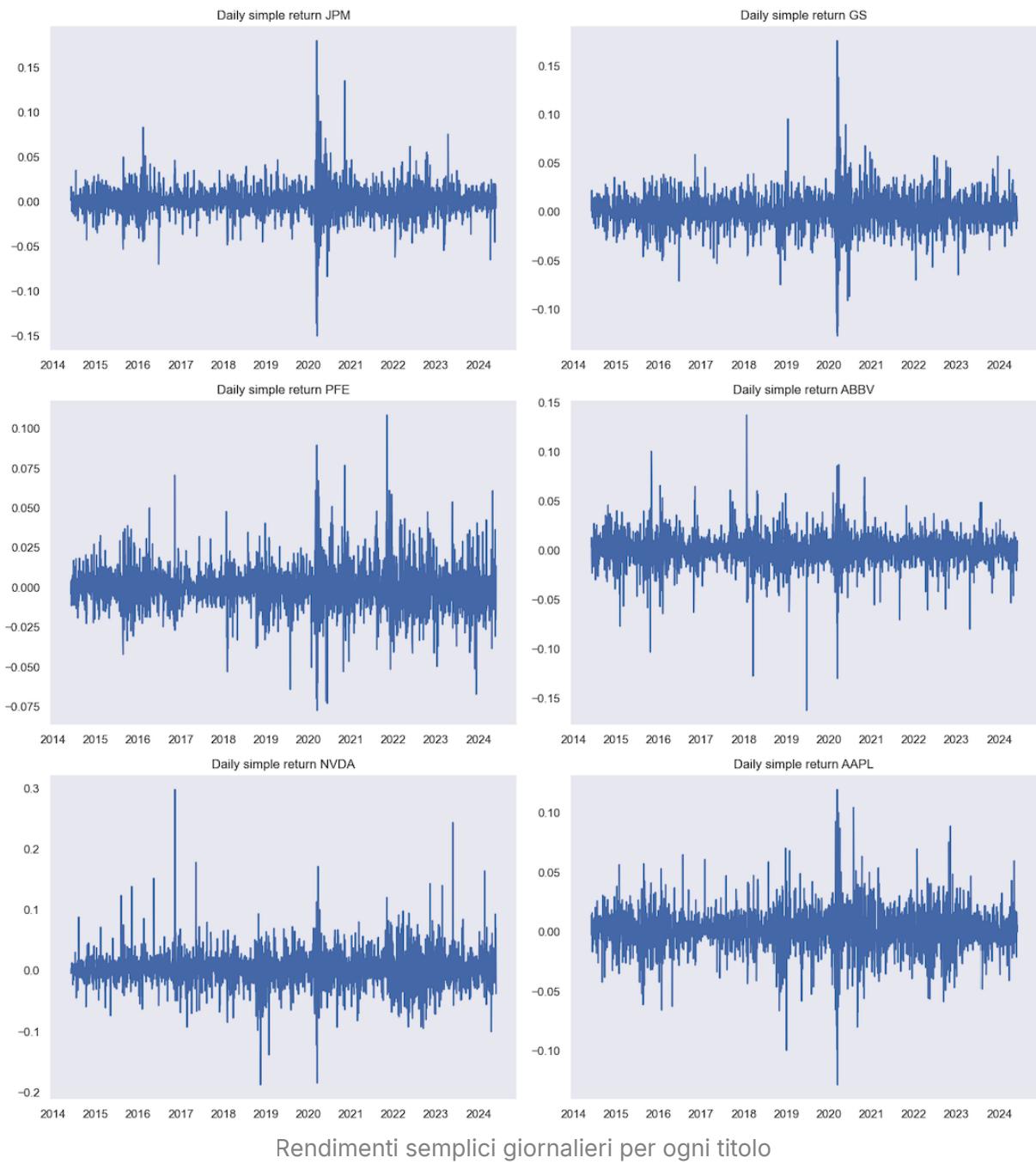
Questi numeri si possono interpretare come i tassi di ritorno annualizzati.

## Rendimenti semplici e logaritmici

I rendimenti semplici e i rendimenti logaritmici sono calcolati con frequenza giornaliera.

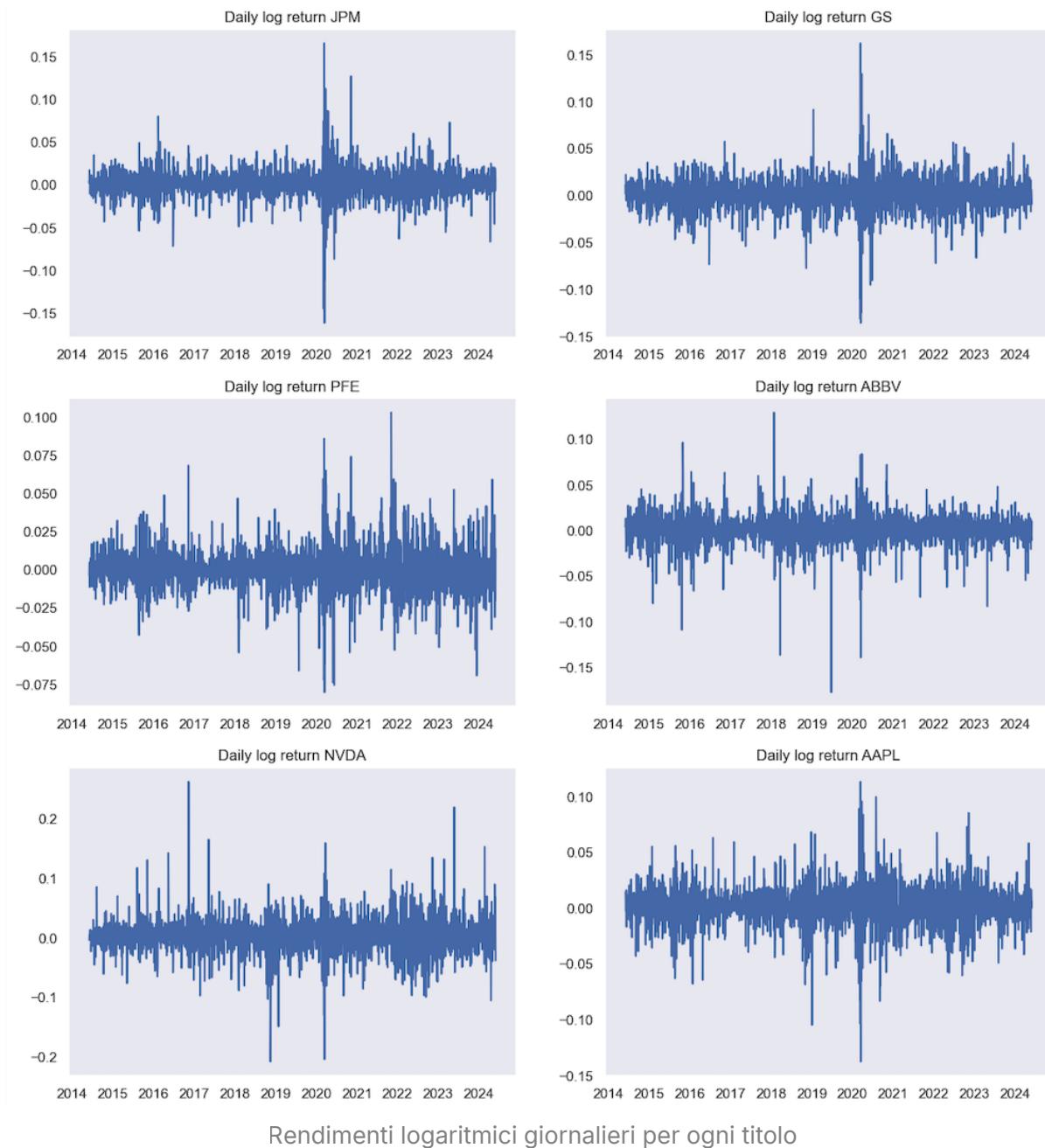
Date	[D] Simple ret. JPM	[D] Simple ret. GS	[D] Simple ret. PFE	[D] Simple ret. ABBV	[D] Simple ret. NVDA	[D] Simple ret. AAPL
2014-06-03	0.004517	0.011060	-0.004039	0.004063	-0.004224	0.014142
2014-06-04	0.001439	0.003646	0.001690	0.003863	0.001061	0.011419
2014-06-05	0.017062	0.001170	0.004048	0.013192	0.004237	0.003924
2014-06-06	0.006004	0.022204	-0.011425	-0.003617	0.003692	-0.002750
2014-06-09	0.007899	-0.001143	-0.002380	-0.022868	0.001051	0.016001

Le prime righe del dataframe dei rendimenti semplici giornalieri



Date	[D] Log ret. JPM	[D] Log ret. GS	[D] Log ret. PFE	[D] Log ret. ABBV	[D] Log ret. NVDA	[D] Log ret. AAPL
2014-06-03	0.004507	0.010999	-0.004047	0.004054	-0.004233	0.014043
2014-06-04	0.001438	0.003640	0.001689	0.003855	0.001060	0.011354
2014-06-05	0.016918	0.001169	0.004040	0.013105	0.004228	0.003916
2014-06-06	0.005986	0.021961	-0.011491	-0.003623	0.003685	-0.002754
2014-06-09	0.007868	-0.001144	-0.002382	-0.023133	0.001050	0.015875

Le prime righe del dataframe dei rendimenti logaritmici giornalieri



Possiamo notare come la media delle serie sia intorno allo zero, confermato eseguendo la funzione `describe()`

	[D] Log ret. JPM	[D] Log ret. GS	[D] Log ret. PFE	[D] Log ret. ABBV	[D] Log ret. NVDA	[D] Log ret. AAPL
count	2516.000000	2516.000000	2516.000000	2516.000000	2516.000000	2516.000000
mean	0.000620	0.000488	0.000152	0.000585	0.002187	0.000900
std	0.016953	0.017780	0.014355	0.016804	0.029572	0.017846
min	-0.162106	-0.135880	-0.080501	-0.177362	-0.207712	-0.137708
25%	-0.007090	-0.008310	-0.006726	-0.006981	-0.011691	-0.007342
50%	0.000615	0.000425	0.000000	0.001225	0.002389	0.000821
75%	0.008487	0.009707	0.007011	0.008674	0.016813	0.010090
max	0.165620	0.161951	0.103055	0.128985	0.260876	0.113158

Posso dire quindi che i rendimenti logaritmici hanno in comune il fatto di essere serie stazionarie.

Matrice di correlazione:					
	[D] Log ret. JPM	[D] Log ret. GS	[D] Log ret. PFE	[D] Log ret. ABBV	[D] Log ret. NVDA
[D] Log ret. JPM	1.000000	0.825579	0.381404		
[D] Log ret. GS	0.825579	1.000000	0.341868		
[D] Log ret. PFE	0.381404	0.341868	1.000000		
[D] Log ret. ABBV	0.360551	0.331988	0.435850		
[D] Log ret. NVDA	0.352283	0.404273	0.192429		
[D] Log ret. AAPL	0.435876	0.477110	0.308339		
				[D] Log ret. AAPL	
[D] Log ret. JPM	0.360551	0.352283	0.435876		
[D] Log ret. GS	0.331988	0.404273	0.477110		
[D] Log ret. PFE	0.435850	0.192429	0.308339		
[D] Log ret. ABBV	1.000000	0.232128	0.294903		
[D] Log ret. NVDA	0.232128	1.000000	0.551793		
[D] Log ret. AAPL	0.294903	0.551793	1.000000		

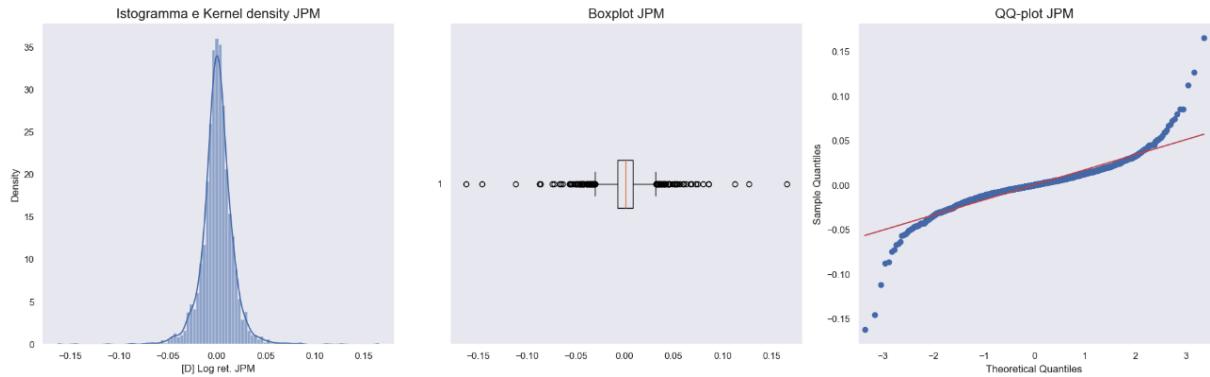
Matrice di correlazione dei rendimenti logaritmici giornalieri

Osservando la seguente matrice di correlazione dei rendimenti logaritmici giornalieri posso notare che le correlazioni più alte sono tra i titoli dello stesso settore, in maniera maggiore tra JPMorgan e Goldman Sachs.

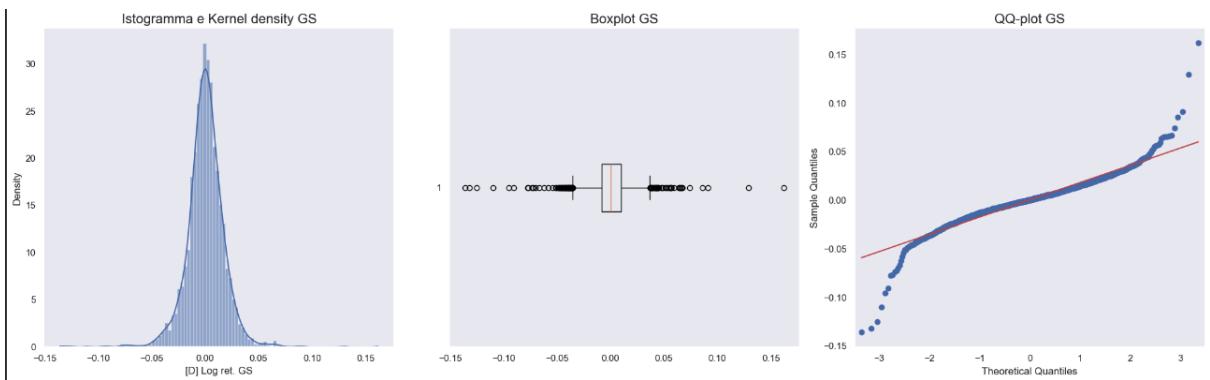
- Osserviamo anche grandi variazioni a inizio del 2020 (conseguenze della pandemia) che riguardano tutti i titoli.
- Nel novembre del 2019 le variazioni positive di Pfizer potrebbero essere dovute alla approvazione del vaccino contro il COVID-19.
- Nel 2023 Silicon Valley Bank (SVB) collassa e ciò porta a una crisi bancaria (la più grande dal 2008), questo potrebbe spiegare il calo dei due titoli nel settore finanziario.
- I picchi positivi di NVIDIA del 2022 e 2023 sono molto probabilmente dovuti alla domanda delle GPU per via della crescita di mercato del gaming, delle criptovalute e dell'intelligenza artificiale.

## Grafici diagnostici a 3 sezioni

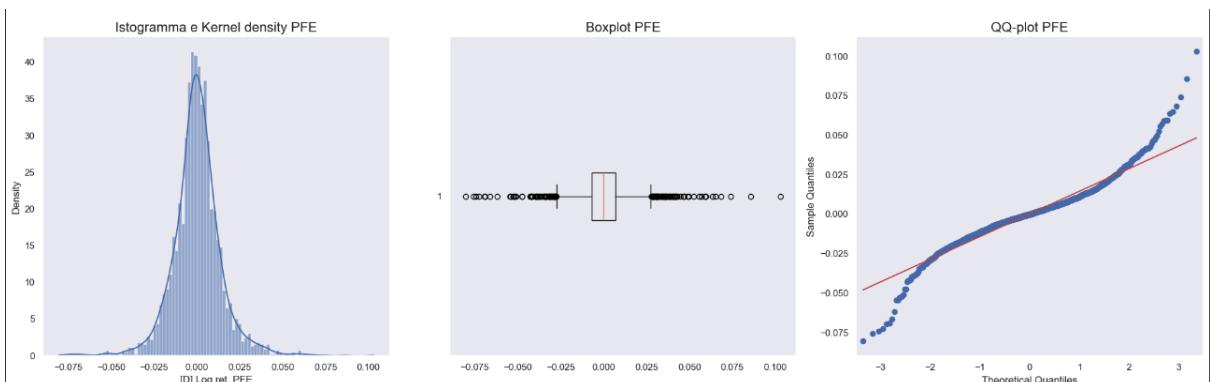
Di seguito i grafici a 3 sezioni dei titoli:



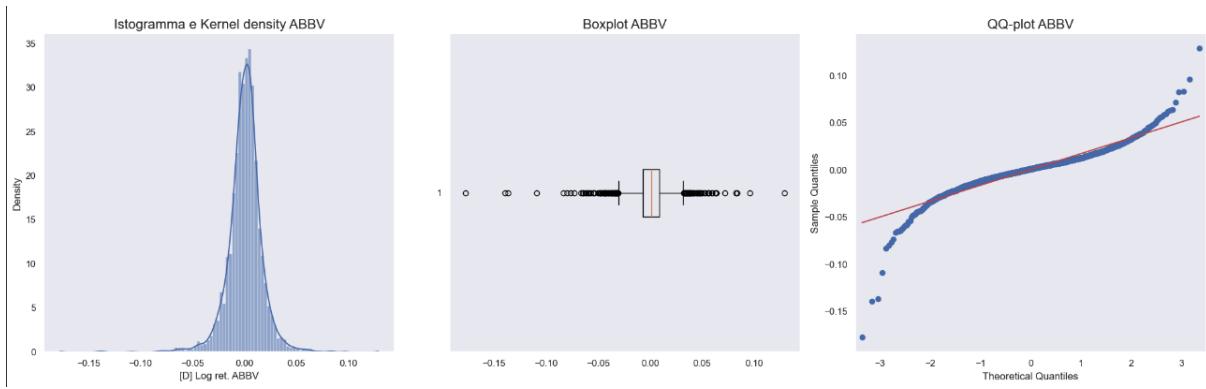
JPMorgan



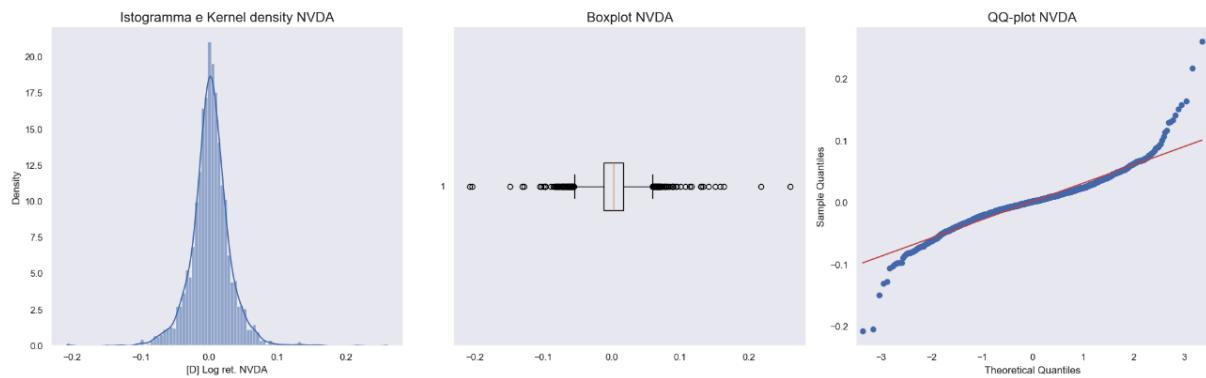
Goldman Sachs



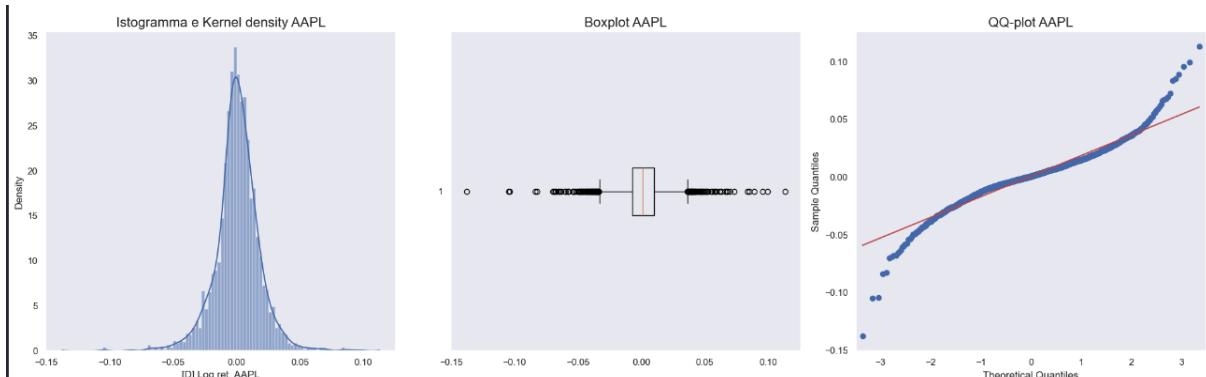
Pfizer



AbbVie



NVIDIA



Apple

Osservando i seguenti grafici si può notare che:

- Ci sono delle differenze nella dispersione dei vari titoli:
  - NVDA mostra la maggiore dispersione, con una distribuzione più ampia.
  - JPM e GS hanno dispersioni simili tra loro, riflettendo la loro appartenenza allo stesso settore bancario.
  - PFE e ABBV mostrano dispersioni relativamente più strette, tipiche del settore farmaceutico più stabile.

- AAPL ha una dispersione intermedia, riflettendo la sua natura di grande azienda tecnologica con una certa stabilità.
- I rendimenti non sembrano essere perfettamente distribuiti normalmente per nessuno dei titoli:
  - Tutti i grafici di densità mostrano una forma a campana, simile alla distribuzione normale, ma con alcune deviazioni.
  - I Q-Q plot mostrano deviazioni dalla linea retta, specialmente nelle code, indicando non-normalità.
  - NVDA mostra le deviazioni più evidenti dalla normalità, con code particolarmente pesanti.
- Ci sono outliers evidenti in tutti i titoli:
  - I box plot mostrano numerosi punti al di fuori dei "whiskers", che rappresentano outliers.
  - NVDA ha il maggior numero di outliers estremi, visibili sia nel box plot che nel Q-Q plot.
  - JPM e GS mostrano outliers simmetrici su entrambi i lati, probabilmente correlati a eventi del settore finanziario.
  - PFE e ABBV hanno meno outliers estremi rispetto agli altri, ma sono comunque presenti.
  - AAPL mostra outliers significativi, ma meno estremi rispetto a NVDA.

## Statistiche descrittive univariate

Ho calcolato per ciascun titolo media, varianza, deviazione standard, asimmetria e curtosi.

*** Statistiche descrittive univariate ***						
Nome	Media	Varianza	Std. dev.	Asimmetria	Curtosi	
JPM	0.000620	0.000287	0.016953	-0.103433	13.771976	
GS	0.000488	0.000316	0.017780	-0.202518	9.576106	
PFE	0.000152	0.000206	0.014355	0.150339	5.121487	
ABBV	0.000585	0.000282	0.016804	-0.942904	12.925656	
NVDA	0.002187	0.000874	0.029572	0.248185	7.631908	
AAPL	0.000900	0.000318	0.017846	-0.216338	5.515530	

Statistiche descrittive univariate

- Si può notare come l'azione con rendimento più basso sia Pfizer, mentre quella con rendimento più alto NVIDIA;
- L'azione con deviazione standard più alta è NVIDIA e quella con deviazione standard più bassa è Pfizer.
- L'azione con rendimenti più vicina alla normale è Pfizer, mentre quella più lontana è JPMorgan (con curtosi molto alta).

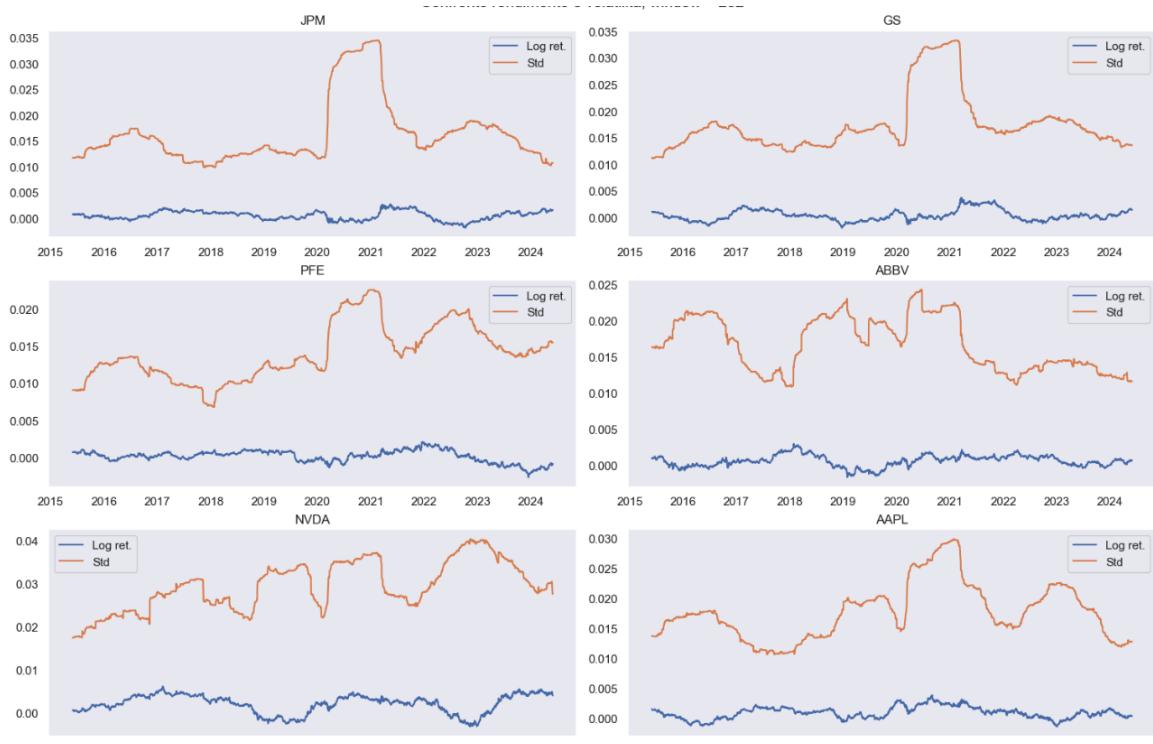
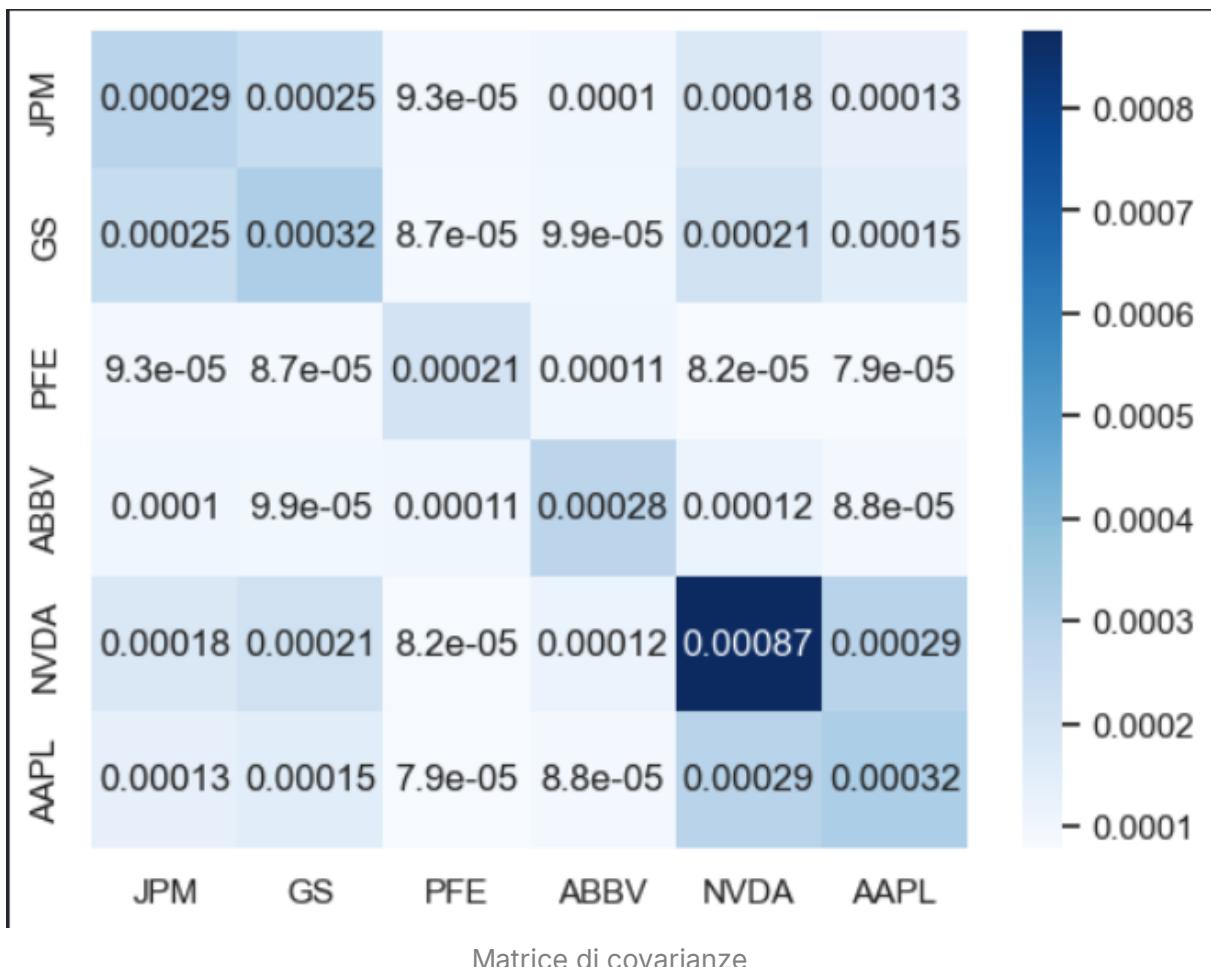
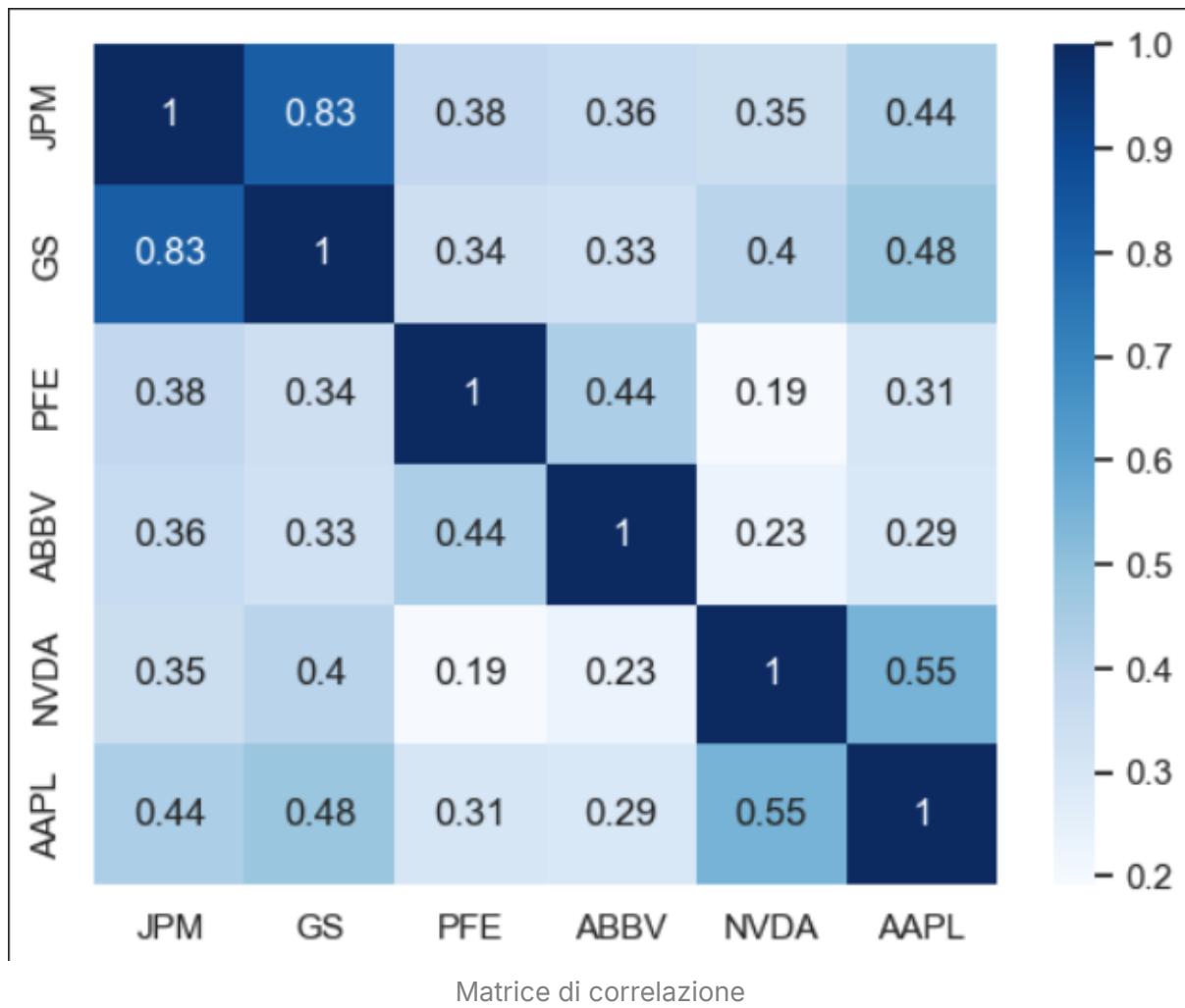


Grafico che mostra rendimento e volatilità

## Matrici di covarianze e correlazione



Dalla matrice di covarianze si può osservare che NVIDIA è il titolo con varianza più alta.



Dalla matrice di correlazione si può osservare come:

- I titoli più correlati siano JPMorgan e Goldman Sachs (entrambi del settore Financials);
- Mentre quelli meno correlati sono Pfizer e NVIDIA.

## Andamento correlazione dei titoli

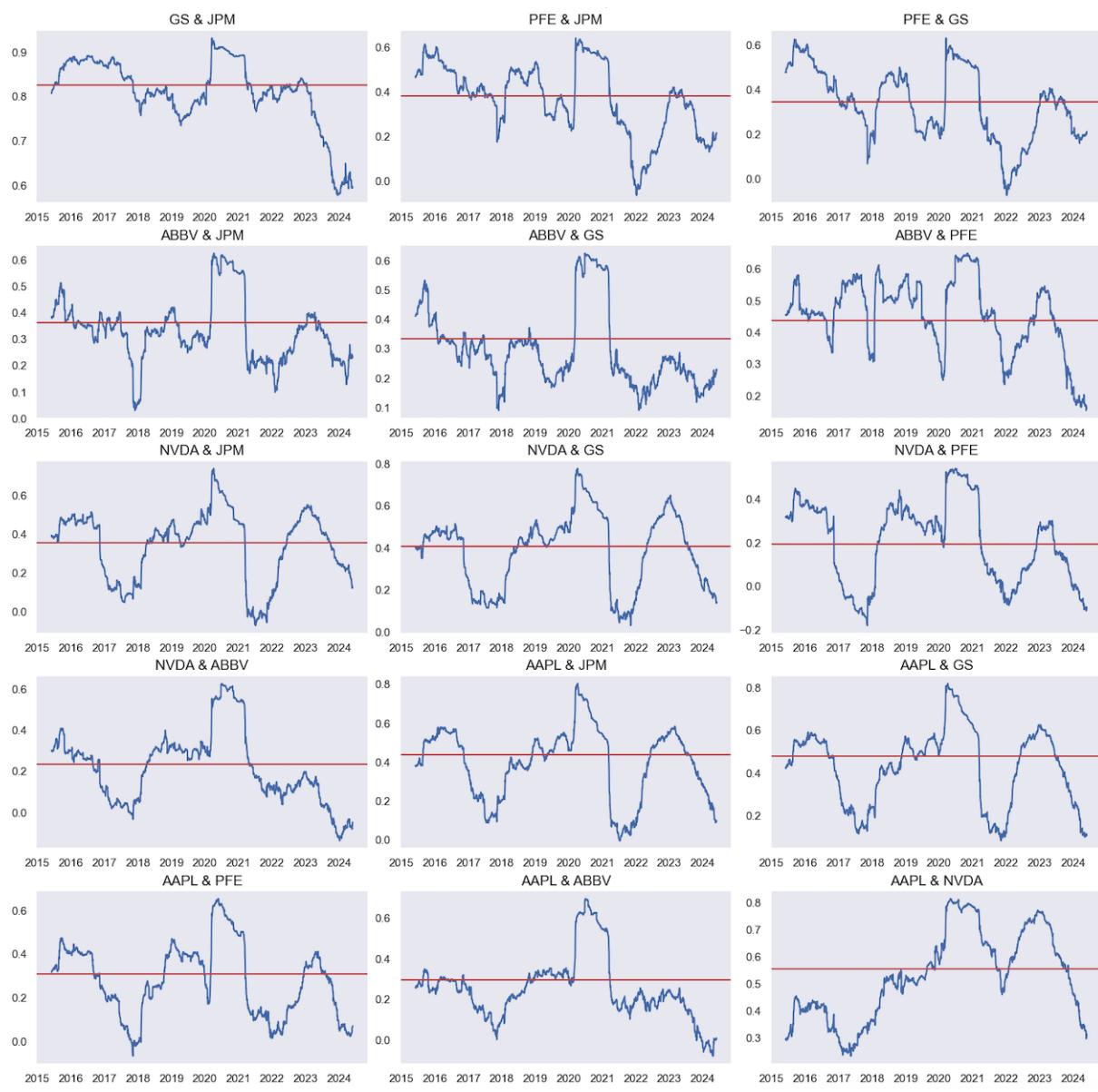


Grafico andamento correlazione dei titoli

## Dispersione correlazioni rendimenti

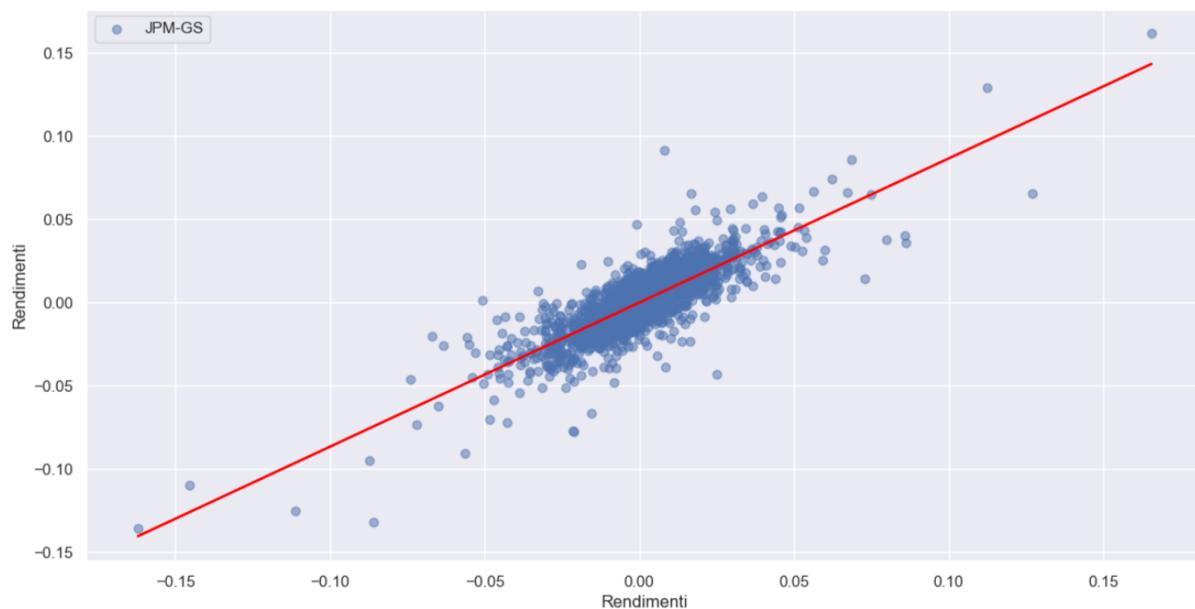


Grafico rendimenti settore finanziario

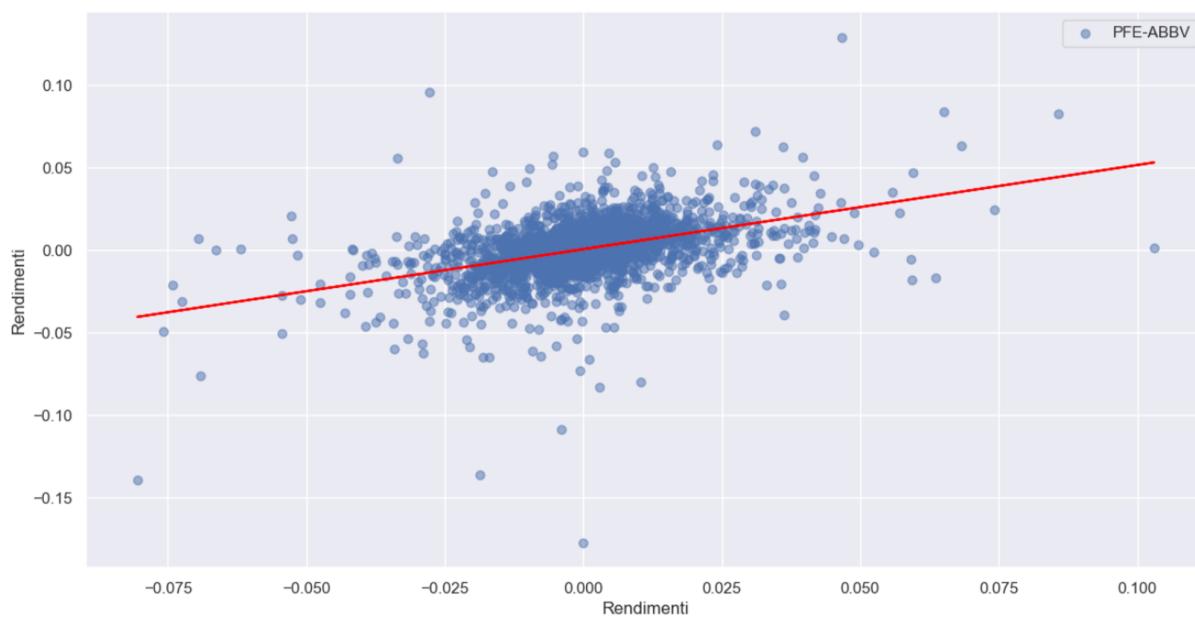


Grafico rendimenti settore farmaceutico

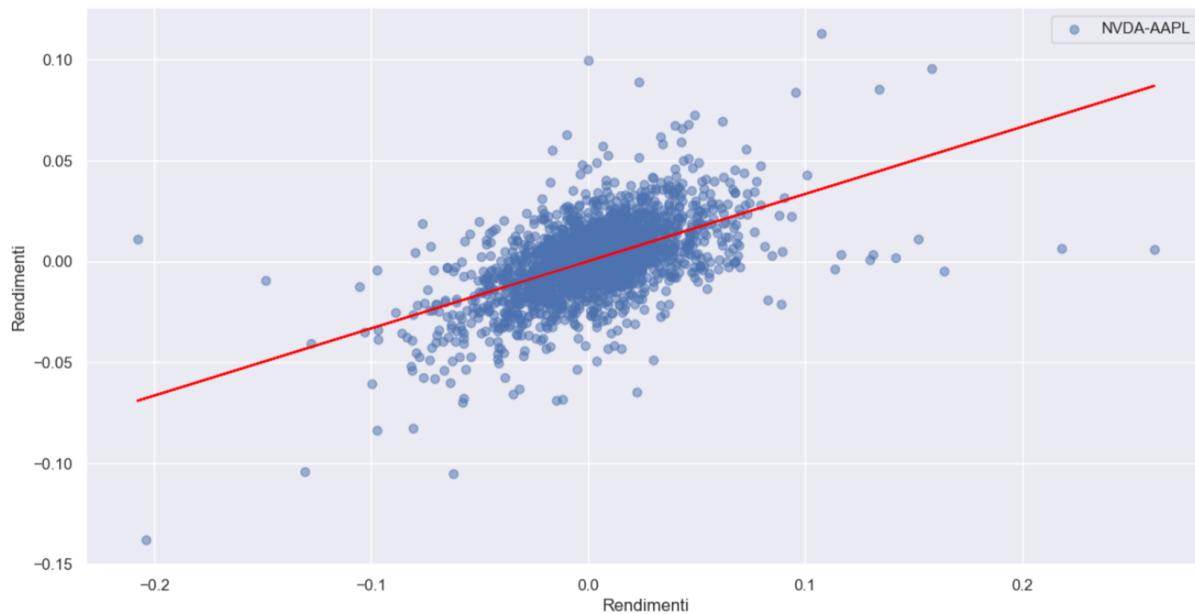


Grafico rendimenti settore tecnologico

Possiamo osservare quindi che:

- La maggior parte delle coppie di azioni mostra correlazioni variabili nel tempo, con periodi di alta e bassa correlazione.
  - es. GS & JPM, PFE & JPM, PFE & GS mostrano correlazioni generalmente più elevate e stabili.
  - es. NVDA & AAPL, AAPL & ABBV presentano invece correlazioni più volatili, con ampie oscillazioni.
- Si notano picchi di correlazione in periodi specifici, probabilmente corrispondenti a eventi di mercato significativi.
  - Alcune correlazioni sembrano diminuire negli ultimi anni (es. GS & JPM, ABBV & JPM).
  - Altre invece mostrano un trend in aumento verso la fine del periodo (es. NVDA & PFE, AAPL & NVDA).
- Gli scatter plot mostrano generalmente una relazione positiva tra i rendimenti delle coppie di azioni.
  - Ad esempio le due azioni nel settore finanziario. mostrano una relazione più stretta;
  - mentre per esempio quelle nel settore farmaceutico una più dispersa.

- La dispersione dei punti negli scatter plot conferma generalmente una relazione lineare tra i rendimenti.
  - Il settore finanziario mostra la relazione lineare più forte, con punti più concentrati attorno alla linea di tendenza;
  - Mentre quello farmaceutico e tecnologico mostrano una dispersione maggiore, indicando una relazione lineare presente ma meno pronunciata.

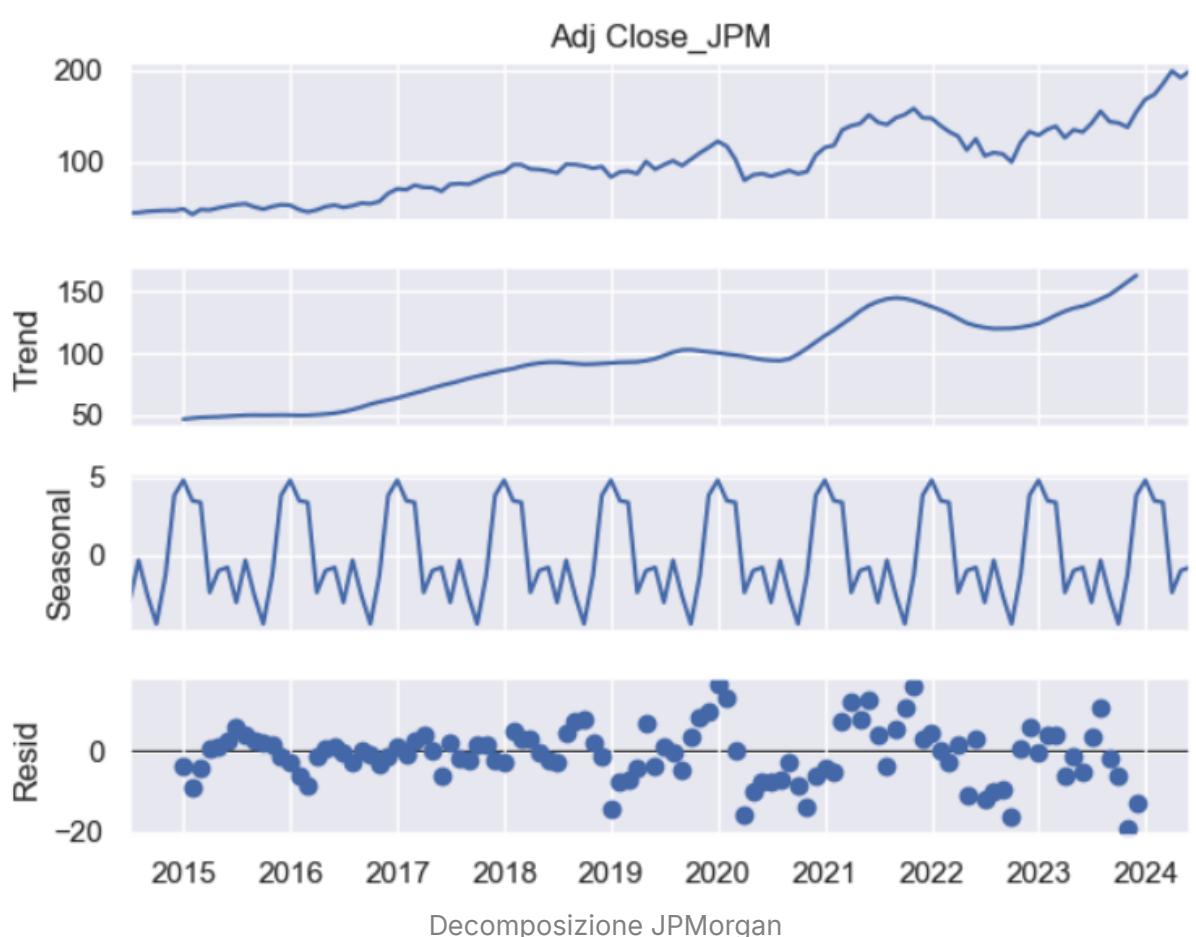
### 3. Analisi di previsione

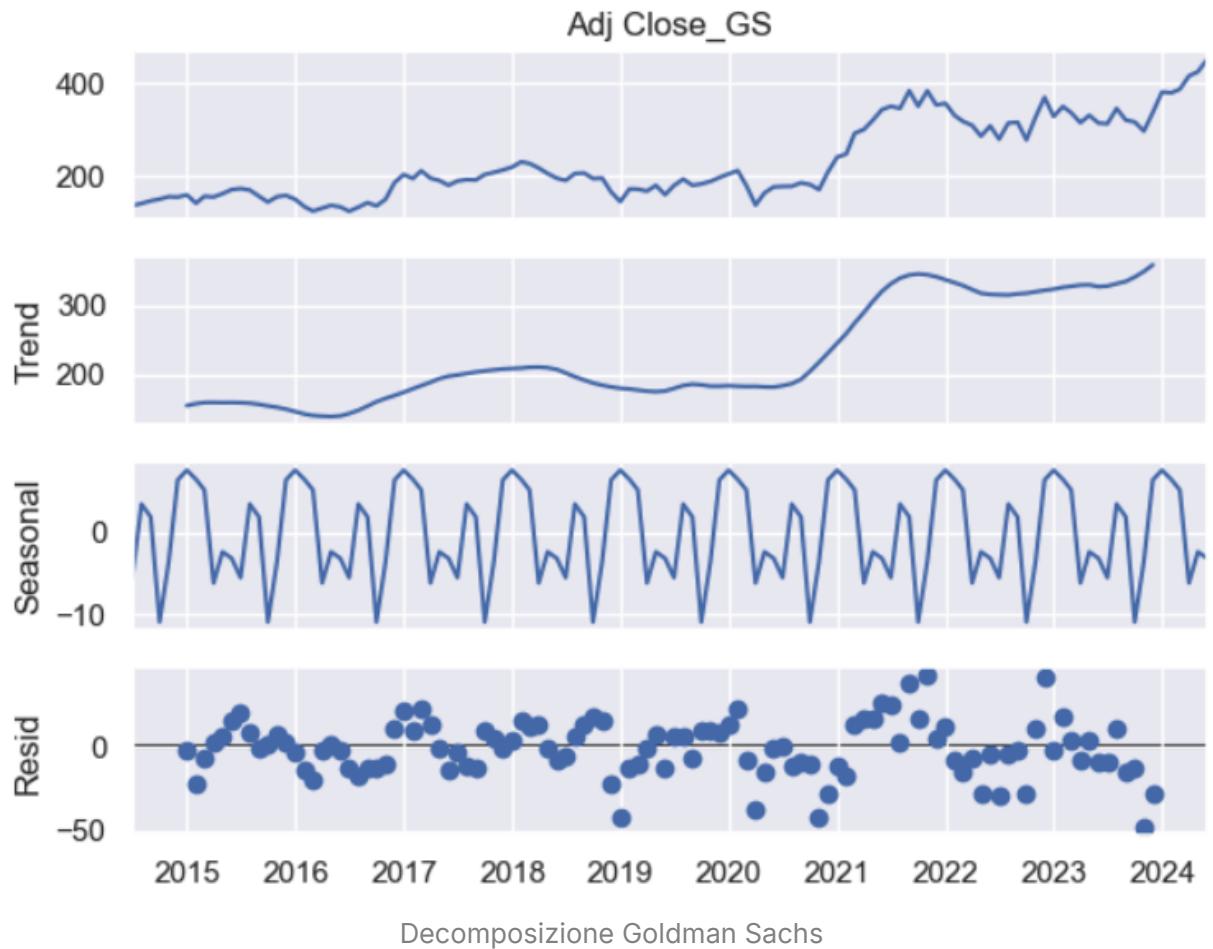
Per la mia analisi andrò a prevedere i prezzi e non i rendimenti dei titoli.

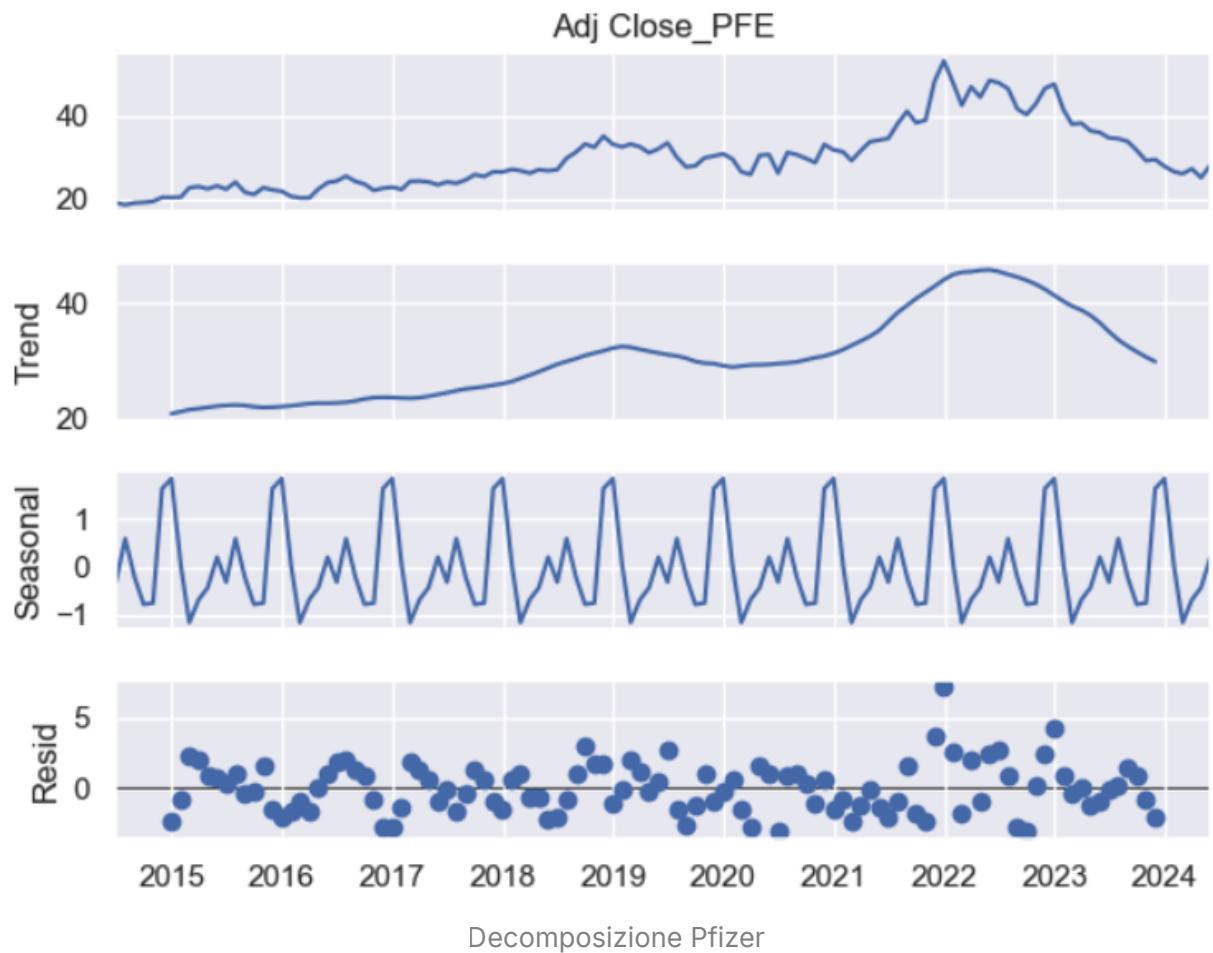
Preparo quindi un dataframe con gli adjusted close mensili.

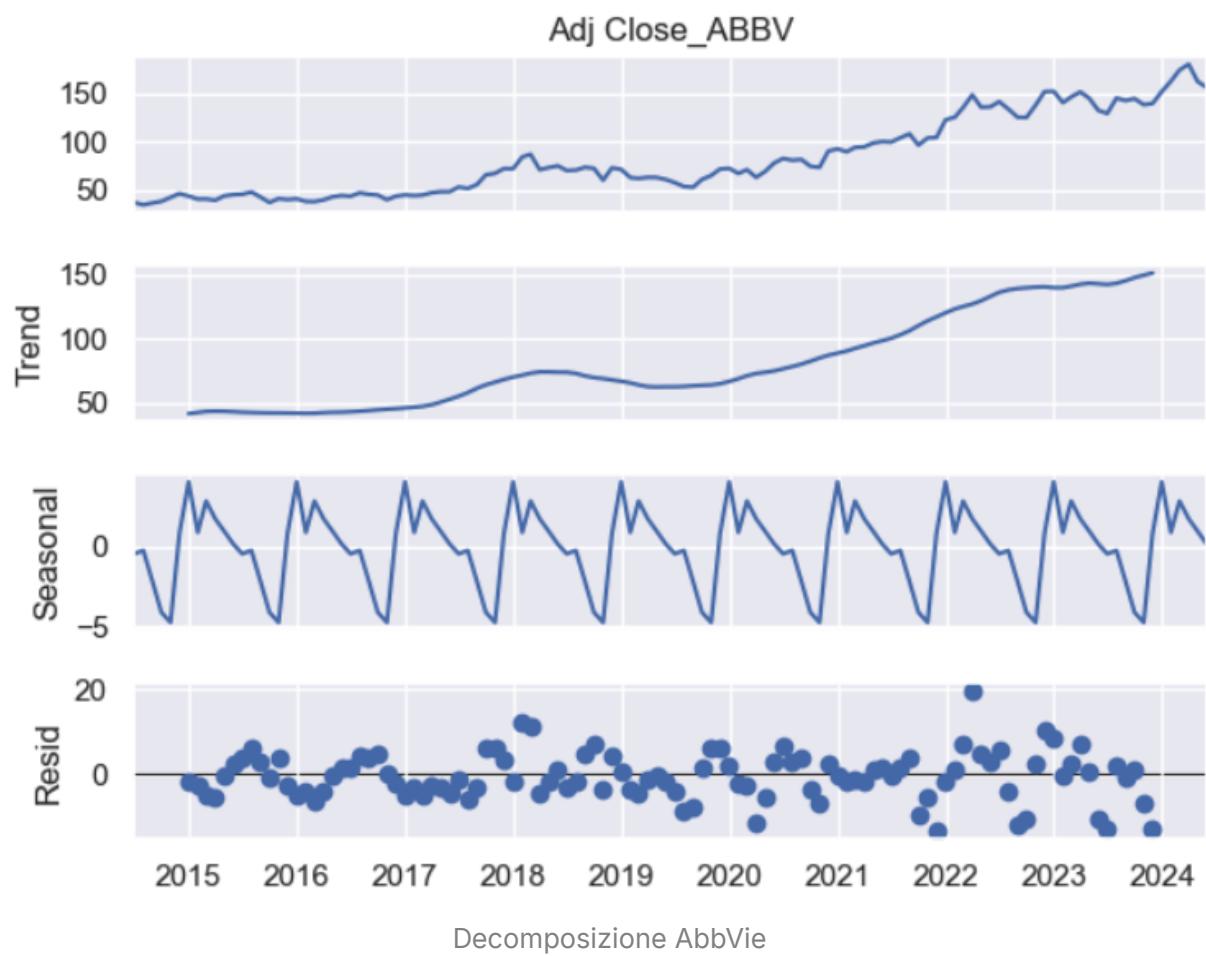
#### Trend, seasonality e resid

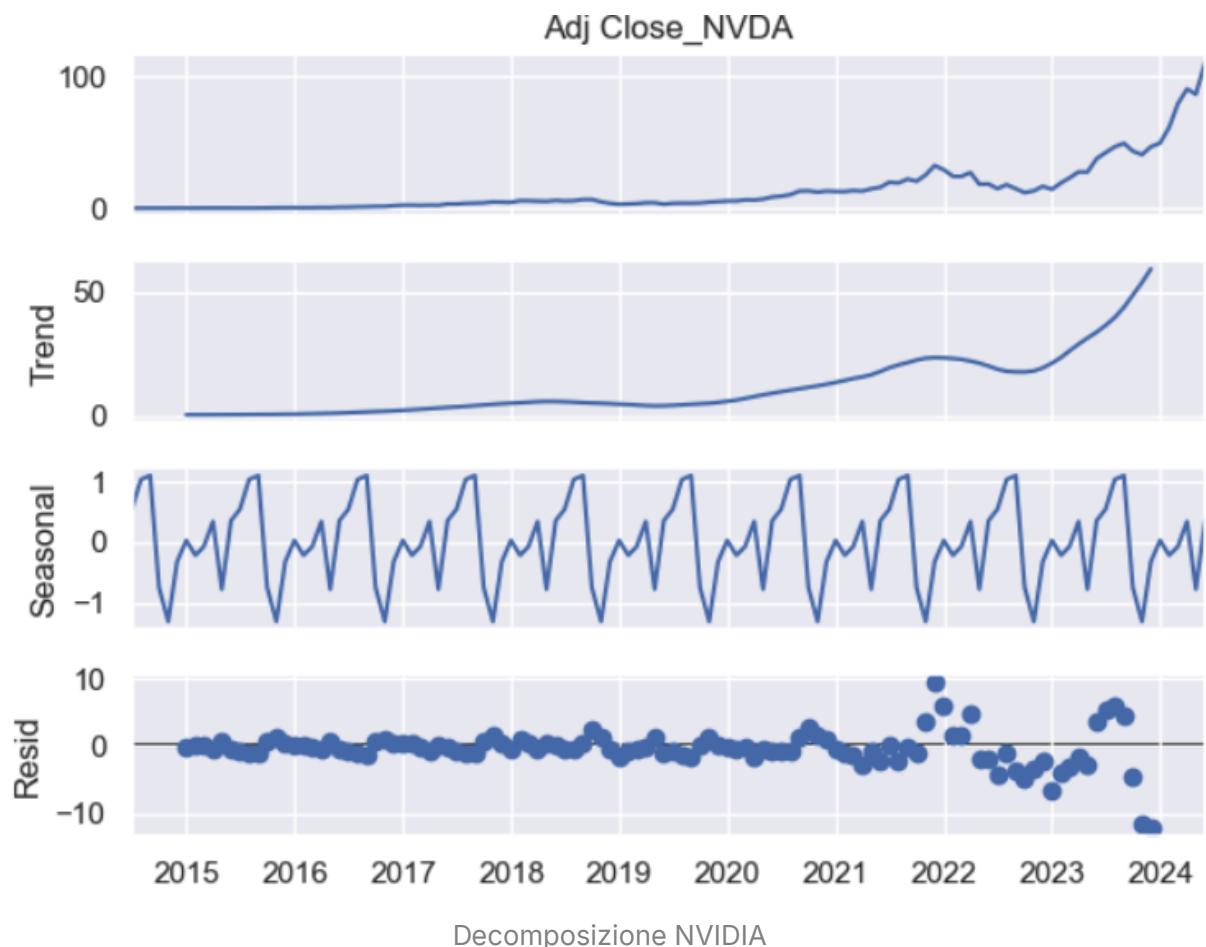
Controllo innanzitutto se esiste un trend e una stagionalità decomponendo le serie.

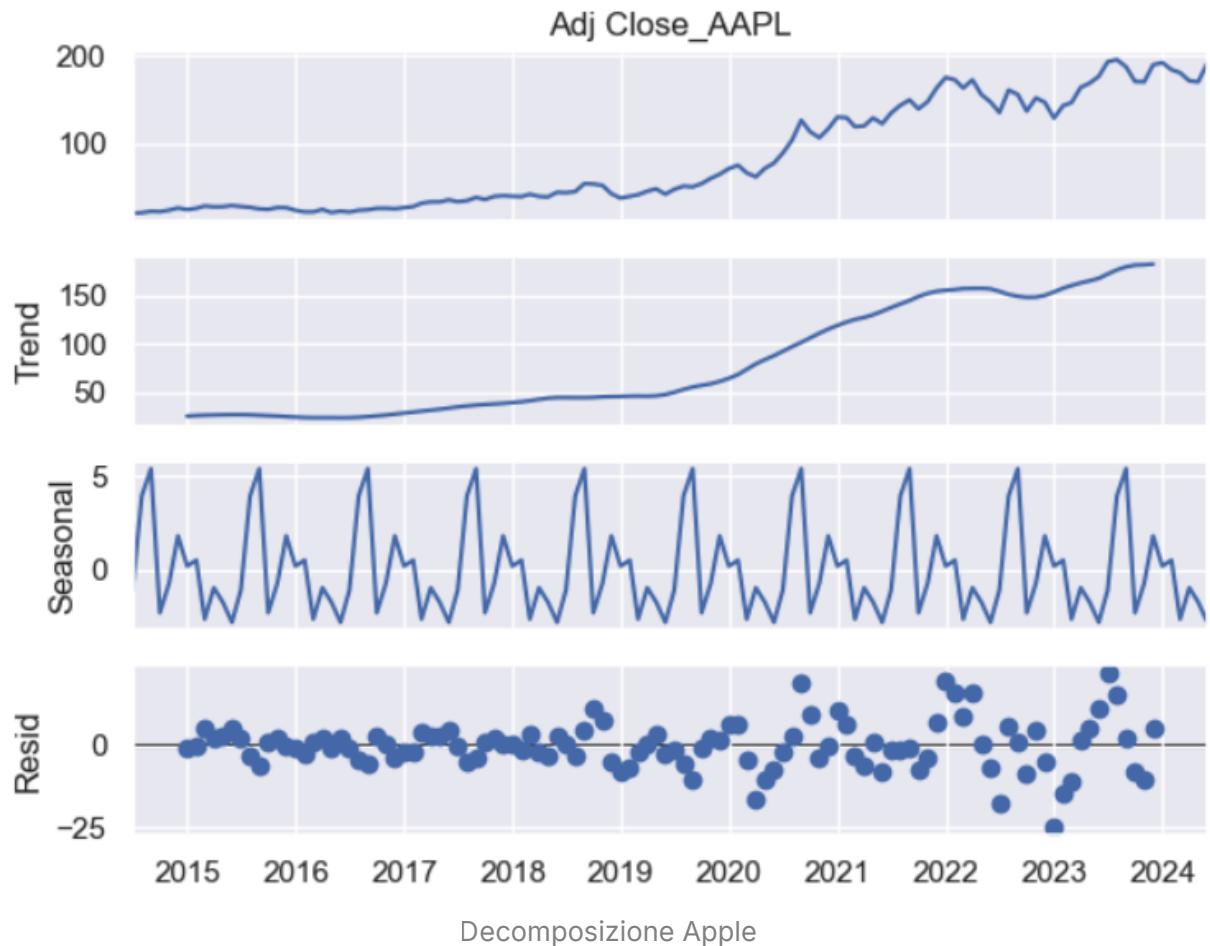












Posso osservare che tutte le serie presentano una componente stagionale e una di trend

## Grid Search

Utilizzo l'algoritmo di Grid Search per cercare gli iperparametri ottimali da assegnare al modello.

```
{'JPM': (678.0852020904908, (0, 1, 0), (1, 1, 1, 12)),
 'GS': (867.0818646029564, (0, 1, 0), (0, 1, 1, 12)),
 'PFE': (445.4047581853261, (0, 1, 0), (0, 1, 1, 12)),
 'ABBV': (655.3601375512575, (0, 1, 0), (0, 1, 1, 12)),
 'NVDA': (443.122396845019, (1, 1, 1), (0, 1, 1, 12)),
 'AAPL': (693.442433660169, (0, 1, 0), (0, 1, 1, 12))}
```

Assegnamento dei miei titoli

- Il primo valore mostrato è l'AIC (Akaike Information Criterion), stimatore dell'errore di predizione che la grid search tende a minimizzare;

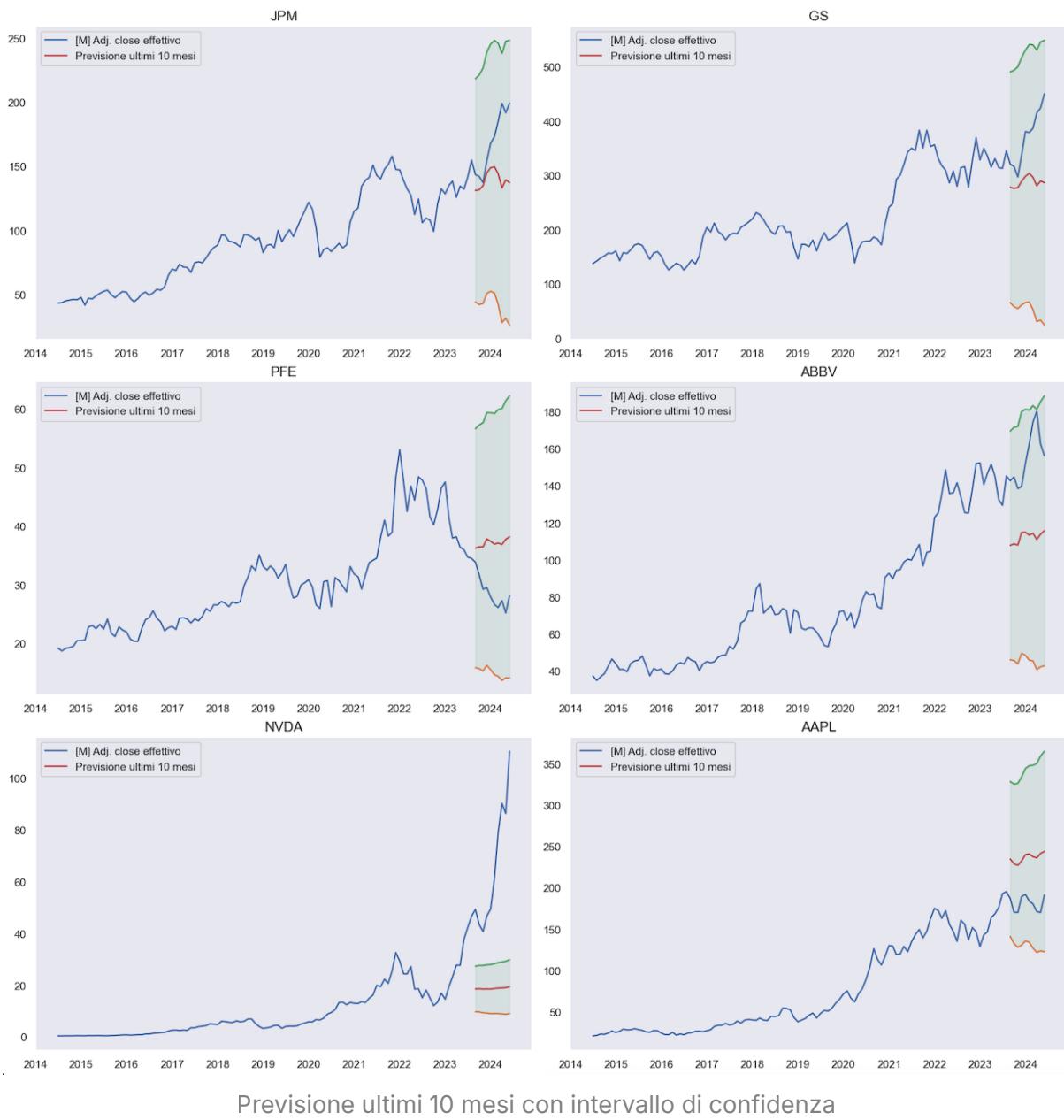
- Vi sono poi gli iperparametri trend ( $p$ ,  $d$ ,  $q$ ) e seasonal ( $P$ ,  $D$ ,  $Q$ ,  $m$ ), con  $m = 12$  perché sono i mesi di stagionalità;
- Per la grid search ho utilizzato i primi 110 mesi, cioè training set e validation set.

## SARIMAX

Creo il modello SARIMAX per ogni asset, effettuando `fit()` sul training set (primi 80 mesi).

Ho osservato i summary dei modelli creati, ma non li considero significativi ai fini del test.

Effettuo quindi la previsione degli ultimi 10 mesi.



Possiamo notare come quasi tutti i valori effettivi dei titoli si trovino all'interno dell'intervallo di confidenza, fatta eccezione per NVIDIA che nell'ultimo anno ha avuto una crescita esponenziale non prevedibile.

## MSE e RMSE

Per misurare l'errore delle previsione degli ultimi 10 mesi rispetto ai valori effettivi, calcolo l'errore quadratico medio (Mean Squared Error) e anche la sua radice (Root Mean Squared Error).

----- MSE e RMSE JPM -----	----- MSE e RMSE PFE -----	----- MSE e RMSE NVDA -----
MSE: 1383.3050249285113 RMSE: 37.19280877976966	MSE: 81.71740860985946 RMSE: 9.039768172351515	MSE: 2718.472168736994 RMSE: 52.13896977057558
----- MSE e RMSE GS -----	----- MSE e RMSE ABBV -----	----- MSE e RMSE AAPL -----
MSE: 8940.689939895936 RMSE: 94.55522164267786	MSE: 2032.132110671338 RMSE: 45.07917602032382	MSE: 3185.9347262278343 RMSE: 56.44408495341061

Come possiamo notare anche dal grafico il modello risulta molto efficace per Pfizer, mentre per Goldman Sachs l'errore è molto alto.

## 4. Strategie di trading e backtesting

### Scelta della strategia

Ho deciso di utilizzare una strategia basata sulle bande di Bollinger e sull'indicatore RSI.

Per le bande di Bollinger uso una media mobile con  $G = 20$  giorni a cui aggiungo e sottraggo la deviazione standard moltiplicata per  $F = 2$ , per determinare banda superiore e banda inferiore. Queste due bande quindi mi generano un segnale di buy se il prezzo esce da quella inferiore e successivamente rientra, mentre un segnale di sell nel caso in cui uscisse da quello superiore per poi rientrare.

L'indicatore RSI invece (indice di forza relativa) è un indicatore che può assumere valore da 0 a 100:

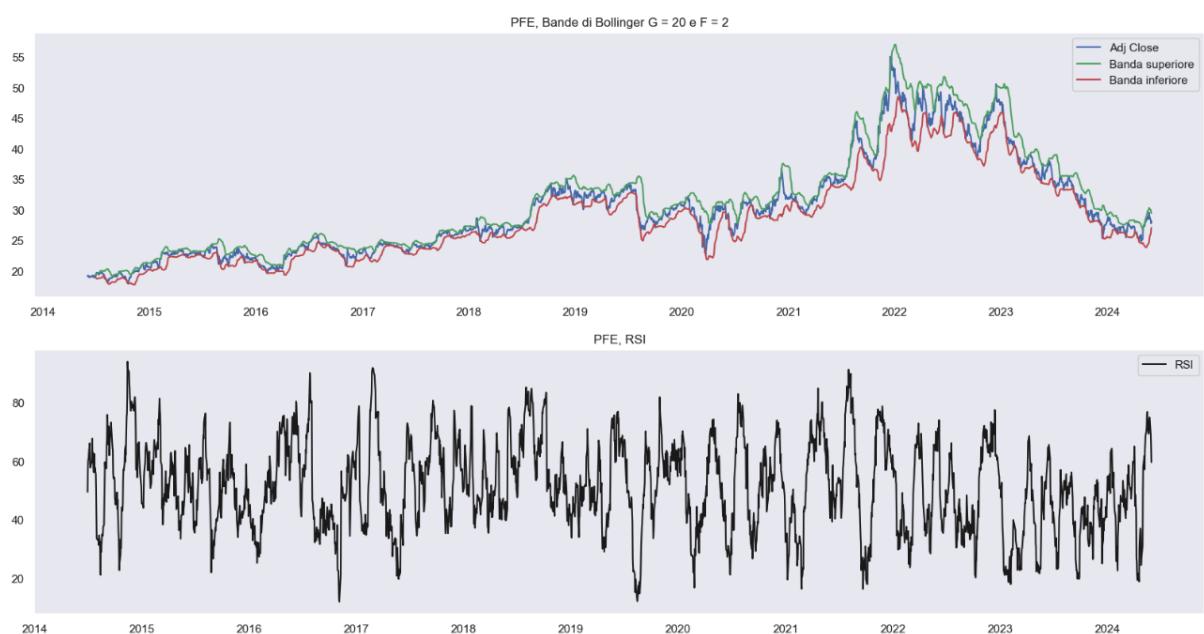
- Se ho un  $RSI < 30$  è un segnale di acquisto (ipervenduto)
- Se ho un  $RSI > 70$  è un segnale di vendita (ipercomprato)

Combino i due segnali in modo tale da considerarne uno soltanto se generato sia da RSI che dalle bande di Bollinger.

Come titolo ho scelto Pfizer, di seguito mostro gli ultimi dati del dataframe che ho generato insieme ai grafici delle bande di Bollinger e dell'oscillatore RSI.

	Adj Close	upper_band	lower_band	rsi
Date				
2024-05-23	28.690001	30.305941	25.164223	74.796255
2024-05-24	28.879999	30.203855	25.652045	74.966162
2024-05-28	28.299999	29.980519	26.179474	68.843872
2024-05-29	27.820000	29.571872	26.846184	65.128481
2024-05-30	28.200001	29.465043	27.095394	59.656569

Dataframe generato



Bande di Bollinger e RSI

## Backtesting

Utilizzo gli adjusted close giornalieri di Pfizer per generare segnali di sell e di buy secondo le regole sopra descritte.

Distinguo quindi tra tre possibili segnali:

- -1, segnale di vendita;
- 0, nessun segnale (rimango nella posizione attuale);
- 1, segnale di acquisto.

0	2443
-1	50
1	24

Possiamo notare quindi come ho ricevuto 50 segnali di vendita, 24 di acquisto e 2443 giorni senza alcun segnale.



Grafico con i segnali generati

## Rendimenti e confronto con Buy & Hold

Per verificare le performance della mia strategia l'ho confrontata con quella Buy & Hold, che è usata spesso come Benchmark in quanto la più semplice.

Calcolo quindi il ritorno lordo semplice a k periodi, cioè i rendimenti cumulati con il passare dei giorni.

Per quanto riguarda i rendimenti della buy & hold basta utilizzare i rendimenti semplici.

	<b>buy_and_hold</b>	<b>strategy</b>
<b>Date</b>		
2024-05-23	1.491575	1.063863
2024-05-24	1.501453	1.070908
2024-05-28	1.471299	1.049401
2024-05-29	1.446345	1.031602
2024-05-30	1.466101	1.045693

Dataframe con i rendimenti buy & hold e con rendimenti della mia strategia



Grafico con comparazione dei rendimenti

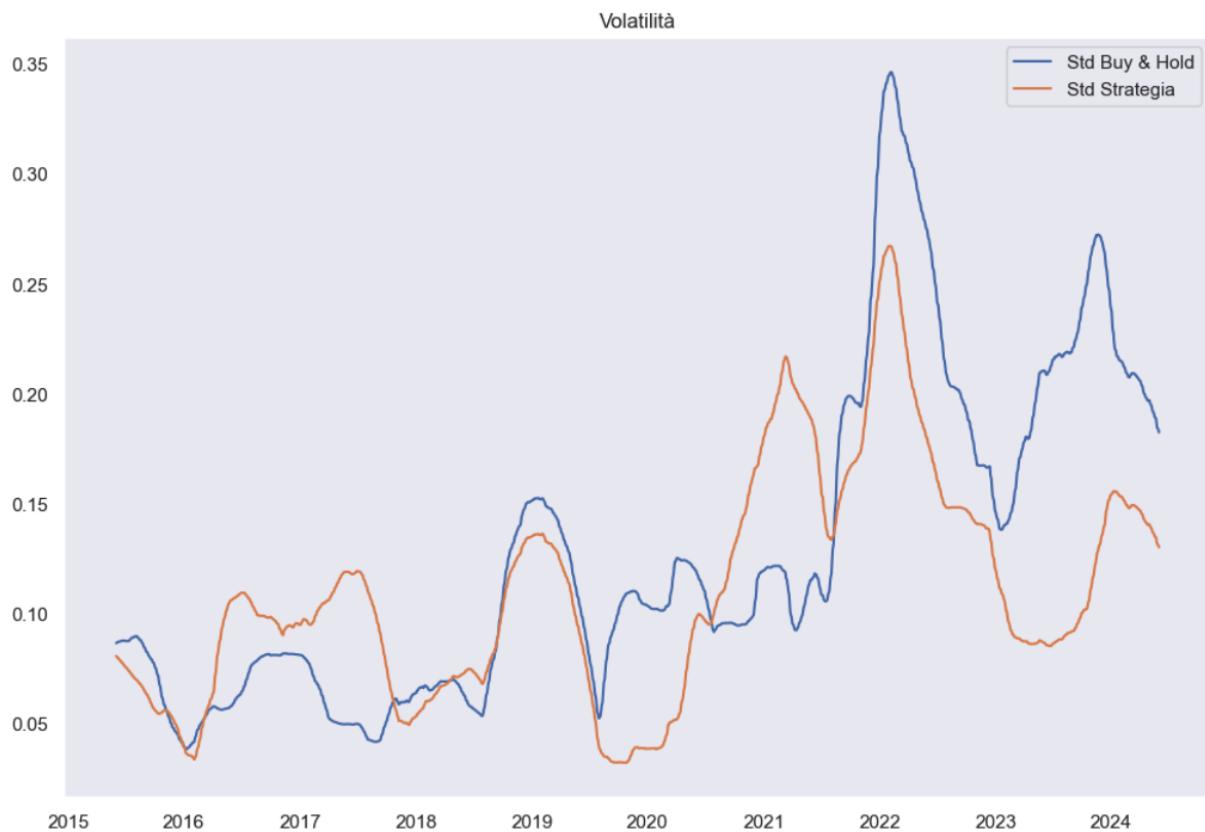


Grafico con comparazione volatilità

Possiamo osservare che dal 2014 a fine 2018 la strategia ha avuto rendimenti maggiori rispetto a Buy & Hold per la maggior parte del tempo.

Dal 2019 al ad oggi invece è stata Buy & Hold ad avere rendimenti migliori, ad eccezione di un periodo intorno al 2021.

Alcuni motivi della scarsa efficacia nell'ultimo periodo della mia strategia potrebbero essere:

- Avendo fissato dei parametri fissi sia per RSI che per le bande di Bollinger, la mia strategia non è riuscita ad adattarsi ai cambiamenti del mercato, presumo specialmente dopo il 2021.
- La sovrapposizione di segnali delle bande di Bollinger e dell'RSI potrebbe aver generato segnali conflittuali portando di conseguenza a decisioni non ottimali.

## 5. CAPM

### Beta di ciascun titolo rispetto al mercato(S&P 500)

Scarico i dati dell'indice azionario S&P 500 da yfinance e calcolo i suoi rendimenti semplici mensili.

Per calcolare il beta di ogni titolo ho diviso la matrice di covarianze tra titolo e mercato per la varianza del mercato.

```
{'JPM': 1.1380744612810187,  
 'GS': 1.360592396554523,  
 'PFE': 0.6700031306832339,  
 'ABBV': 0.7449159096682213,  
 'NVDA': 1.8057870936266815,  
 'AAPL': 1.2379348398347878}
```

Beta di ciascun titolo rispetto al mercato

- Possiamo notare che:
  - I titoli facenti parte al settore finanziario hanno un beta > 1, questo potrebbe essere dovuto al fatto che le banche sono sensibili ai tassi di interesse e alle condizioni economiche generali e questo influenza la loro redditività;

- I titoli del settore farmaceutico hanno un beta < 1, essendo la richiesta di farmaci sempre costante le aziende sono più stabili e meno volatili sul mercato.

## Esposizione di ciascun titolo ai fattori Fama-French

Il modello Fama-French a tre fattori consiste in:

- Fattore mercato (MKT), dipendenza dall'andamento del mercato;
- Fattore dimensione (Small Minus Big), rendimento in eccesso delle azioni a piccola capitalizzazione rispetto alle grandi;
- Fattore valore (High Minus Low), rendimento in eccesso delle azioni con un rapporto alto fra patrimonio e prezzo e quelle con rapporto basso.

Dopo aver scaricato i dati creo quindi il seguente dataframe, prendendo in considerazione i dati mensili dei 3 fattori e del tasso risk-free.

	<b>mkt</b>	<b>smb</b>	<b>hml</b>	<b>rf</b>
<b>date</b>				
2014-06	0.0261	0.0308	-0.0070	0.0
2014-07	-0.0204	-0.0429	0.0003	0.0
2014-08	0.0424	0.0040	-0.0045	0.0
2014-09	-0.0197	-0.0372	-0.0134	0.0
2014-10	0.0252	0.0420	-0.0181	0.0

Prime righe del dataframe

	<b>mkt</b>	<b>smb</b>	<b>hml</b>	<b>rf</b>
<b>date</b>				
2024-01	0.0070	-0.0509	-0.0238	0.0047
2024-02	0.0506	-0.0024	-0.0349	0.0042
2024-03	0.0283	-0.0249	0.0420	0.0043
2024-04	-0.0467	-0.0239	-0.0052	0.0047
2024-05	0.0434	0.0054	-0.0133	0.0044

Ultime righe del dataframe

Calcolo quindi l'eccesso di ritorno dell'asset rispetto al risk-free, creo poi un modello di regressione lineare OLS in cui approssima questo valore come somma dei tre fattori.

Effettuato il fit di ogni modello riporto i risultati.

## JPMorgan Chase & Co

	<b>coef</b>	<b>std err</b>	<b>t</b>	<b>P&gt; t </b>	<b>[0.025</b>	<b>0.975]</b>
Intercept	<b>0.0056</b>	<b>0.003</b>	<b>1.669</b>	<b>0.098</b>	<b>-0.001</b>	<b>0.012</b>
mkt	<b>1.0861</b>	<b>0.075</b>	<b>14.568</b>	<b>0.000</b>	<b>0.938</b>	<b>1.234</b>
smb	<b>0.0598</b>	<b>0.124</b>	<b>0.481</b>	<b>0.631</b>	<b>-0.187</b>	<b>0.306</b>
hml	<b>0.8499</b>	<b>0.087</b>	<b>9.731</b>	<b>0.000</b>	<b>0.677</b>	<b>1.023</b>

## The Goldman Sachs Group, Inc

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
Intercept	0.0014	0.004	0.329	0.743	-0.007	0.010
mkt	1.2963	0.097	13.358	0.000	1.104	1.489
smb	0.1557	0.162	0.962	0.338	-0.165	0.476
hml	0.7090	0.114	6.236	0.000	0.484	0.934

## Pfizer Inc.

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
Intercept	-0.0033	0.006	-0.593	0.554	-0.014	0.008
mkt	0.7037	0.123	5.709	0.000	0.460	0.948
smb	-0.4693	0.206	-2.282	0.024	-0.877	-0.062
hml	-0.0050	0.144	-0.035	0.972	-0.291	0.281

## AbbVie Inc.

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
Intercept	0.0073	0.006	1.151	0.252	-0.005	0.020
mkt	0.7158	0.142	5.037	0.000	0.434	0.997
smb	-0.0202	0.237	-0.085	0.932	-0.490	0.449
hml	0.2430	0.166	1.460	0.147	-0.087	0.573

## NVIDIA Corporation

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
Intercept	0.0364	0.010	3.686	0.000	0.017	0.056
mkt	1.7879	0.220	8.124	0.000	1.352	2.224
smb	-0.0962	0.367	-0.262	0.794	-0.823	0.631
hml	-0.9307	0.258	-3.609	0.000	-1.441	-0.420

## Appel Inc

	<b>coef</b>	<b>std err</b>	<b>t</b>	<b>P&gt; t </b>	<b>[0.025</b>	<b>0.975]</b>
Intercept	<b>0.0078</b>	<b>0.005</b>	<b>1.481</b>	<b>0.141</b>	<b>-0.003</b>	<b>0.018</b>
mkt	<b>1.2403</b>	<b>0.117</b>	<b>10.592</b>	<b>0.000</b>	<b>1.008</b>	<b>1.472</b>
smb	<b>-0.2208</b>	<b>0.195</b>	<b>-1.130</b>	<b>0.261</b>	<b>-0.608</b>	<b>0.166</b>
hml	<b>-0.5673</b>	<b>0.137</b>	<b>-4.135</b>	<b>0.000</b>	<b>-0.839</b>	<b>-0.296</b>

Prendendo in considerazione la colonna *coef* si ottiene l'esposizione di ciascun titolo ai 3 fattori Fama-French:

- *mkt*, NVIDIA (come avevamo osservato dal beta) ha la più alta dipendenza dall'andamento del mercato (1.7879). Mentre è Pfizer ad avere la più bassa (0.7037), infatti è il titolo con beta minore.
- *smb*, il fattore Small Minus Big più alto è dato da JPMorgan (0.0598), mentre quello più basso è ancora Pfizer (-0.4693).
- *hml*, il fattore High Minus Low più alto è quello di JPMorgan (0.8499), mentre il più basso è di NVIDIA (0.9307).

## Utilizzo del beta per calcolare il rendimento atteso annuo e rendimento di mercato del T-Bill

La formula per il rendimento atteso annuo è la seguente  $E(R_i) = r_f + \beta_i(E(R_M) - r_f)$ .

Ho bisogno quindi di stimare due dati: il tasso risk-free annuo e il rendimento atteso annuo di mercato. Utilizzo il dataframe precedente per effettuare le stime, in quanto abbiamo già la colonna *rf* e *mkt* che fanno riferimento ai dati mensili.

Utilizzo gli ultimi 12 mesi per entrambi e ne faccio la media, ottenendo stime mensili, moltiplico quindi per 12 per quelle annue.

```
Tasso risk-free annuo: 0.053000000000000005
Rendimento atteso annuo di mercato: 0.2082
```

Tasso Risk-Free annuo e rendimento atteso annuo di mercato

Uso queste stime e i beta calcolati in precedenza per calcolare il rendimento atteso annuo di ogni asset (secondo la formula riportata sopra):

```
Rendimento atteso annuo di JPM: 0.2296291563908141  
Rendimento atteso annuo di GS: 0.264163939945262  
Rendimento atteso annuo di PFE: 0.1569844858820379  
Rendimento atteso annuo di ABBV: 0.16861094918050795  
Rendimento atteso annuo di NVDA: 0.33325815693086097  
Rendimento atteso annuo di AAPL: 0.2451274871423591
```

Rendimento atteso annuo di ogni asset

Per calcolare invece il rendimento di mercato del T-Bill ho utilizzato yfinance per accedere ai dati tramite il ticker '^IRX' che rappresenta l'indice dei rendimenti del T-Bill a 13 settimane. Ho poi ottenuto l'informazione del rendimento più recente e l'ho convertita in formato decimale.

```
Rendimento T-bill a 1 anno: 0.05225
```

Ricavato il valore del rendimento del T-Bill a 1 anno l'ho quindi applicato alla formula per ottenere il rendimento di ogni asset.

```
Calcolo utilizzando il rendimento del T-bill a 1 anno:  
Rendimento atteso annuo di JPM (usando T-bill): 0.22973271223677488  
Rendimento atteso annuo di GS (usando T-bill): 0.2644343842426779  
Rendimento atteso annuo di PFE (usando T-bill): 0.15673698823005033  
Rendimento atteso annuo di ABBV (usando T-bill): 0.16841963611275912  
Rendimento atteso annuo di NVDA (usando T-bill): 0.333862497251081  
Rendimento atteso annuo di AAPL (usando T-bill): 0.24530593827223515
```

Come possiamo notare i rendimenti utilizzando le due tecniche sono molto simili, questo è giustificato dal fatto che il T-Bill è uno strumento di debito (emesso dagli Stati Uniti) considerato privo di rischio che viene spesso utilizzato come proxy per il tasso di interesse privo di rischio nelle valutazioni finanziarie.

## 6. Costruzione di portafoglio

Ci sono due modi per scegliere i rendimenti da utilizzare

- Rendimenti passati, utilizzando i primi 108 mesi;
- Rendimenti attesi, quelli costruiti nel punto 5.

Per ognuno di essi poi devo utilizzare sia il metodo di simulazione che quello analitico.

Salvo quindi in un dataframe i rendimenti mensili di ogni asset dei primi 108 mesi

	rtn_JPM	rtn_GS	rtn_PFE	rtn_ABBV	rtn_NVDA	rtn_AAPL
Date						
2023-02-28	0.024221	-0.038709	-0.081295	0.041624	0.188309	0.023183
2023-03-31	-0.090966	-0.063125	0.005669	0.035543	0.196663	0.118649
2023-04-30	0.069181	0.049922	-0.046814	-0.043043	-0.001008	0.028987
2023-05-31	-0.018302	-0.049714	-0.011792	-0.087083	0.363436	0.046058
2023-06-30	0.071697	-0.004199	-0.035245	-0.023413	0.118211	0.094330

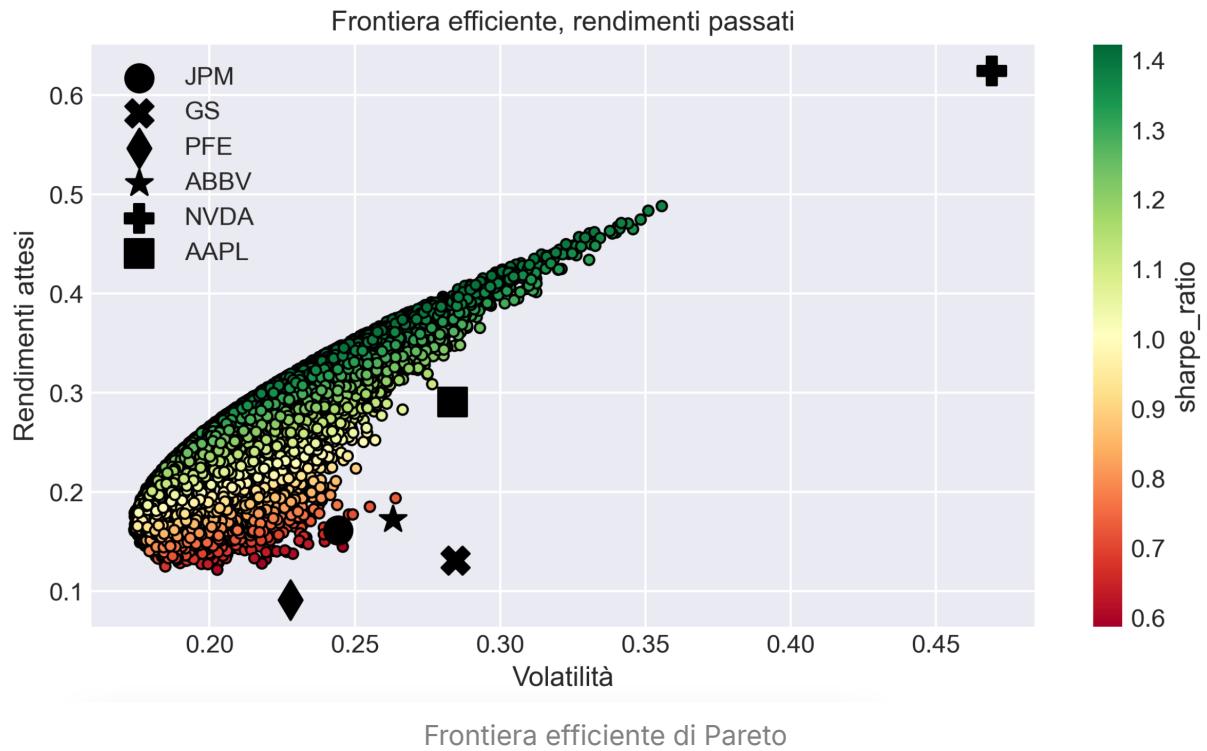
Coda del dataframe

## Rendimenti passati

### Metodo di simulazione

In questo caso come rendimenti medi annui si utilizza il vettore con la media di ciascun asset del dataframe, a cui moltiplico 12.

Genero quindi una matrice di pesi casuali (data che utilizzerò il metodo Monte Carlo che si base sul campionamento casuale), i rendimenti di portfolio (prodotto tra i pesi e rendimenti medi) e infine creo un dataframe in cui inserisco i rendimenti, la volatilità (radice quadrata del prodotto tra il vettore dei pesi trasposto e il prodotto tra matrice di covarianze e il vettore dei pesi) e lo Sharpe Ratio (rapporto tra rendimenti e volatilità).



I marker nel grafico rappresentano i portfolio in cui una azione ha peso 1 e tutte le altre 0.

Possiamo osservare come il portfolio con rendimento più alto sia quello con soltanto l'azione di NVIDIA, mentre quello con volatilità più bassa è quello con Pfizer.

A questo punto cerco i 3 portafogli ottimali:

- Portfolio con massimo sharpe ratio;
- Portfolio con volatilità minore;
- Portfolio con rendimento atteso maggiore.

```
==== Portfolio con sharpe ratio massimo ====
Rendimento atteso:  0.37145742587280167
Volatilità:  0.260947195680092
Sharpe Ratio:  1.4234965235196073

==== Pesi portfolio con max sr ====
JPM:  0.1176241967138763
GS:  0.010731929577747953
PFE:  0.006292107359257146
ABBV:  0.2743355079149913
NVDA:  0.3933732804224931
AAPL:  0.19764297801163427

==== Beta portfolio con max sr rispetto al mercato ====
Beta:  1.3120570132485168
```

Portfolio con massimo sharpe ratio

```
==== Portfolio con volatilità minima ====
Rendimento atteso:  0.16218627350088308
Volatilità:  0.1741167322011218
Sharpe Ratio:  0.931480113660427

==== Pesi portfolio con min volatility ====
JPM:  0.23782532253818742
GS:  0.029004411973438227
PFE:  0.35813987272225073
ABBV:  0.19304508929639547
NVDA:  0.0035700724484752882
AAPL:  0.1784152310212528

==== Beta portfolio con min volatility rispetto al mercato ====
Beta:  0.9211965236599877
```

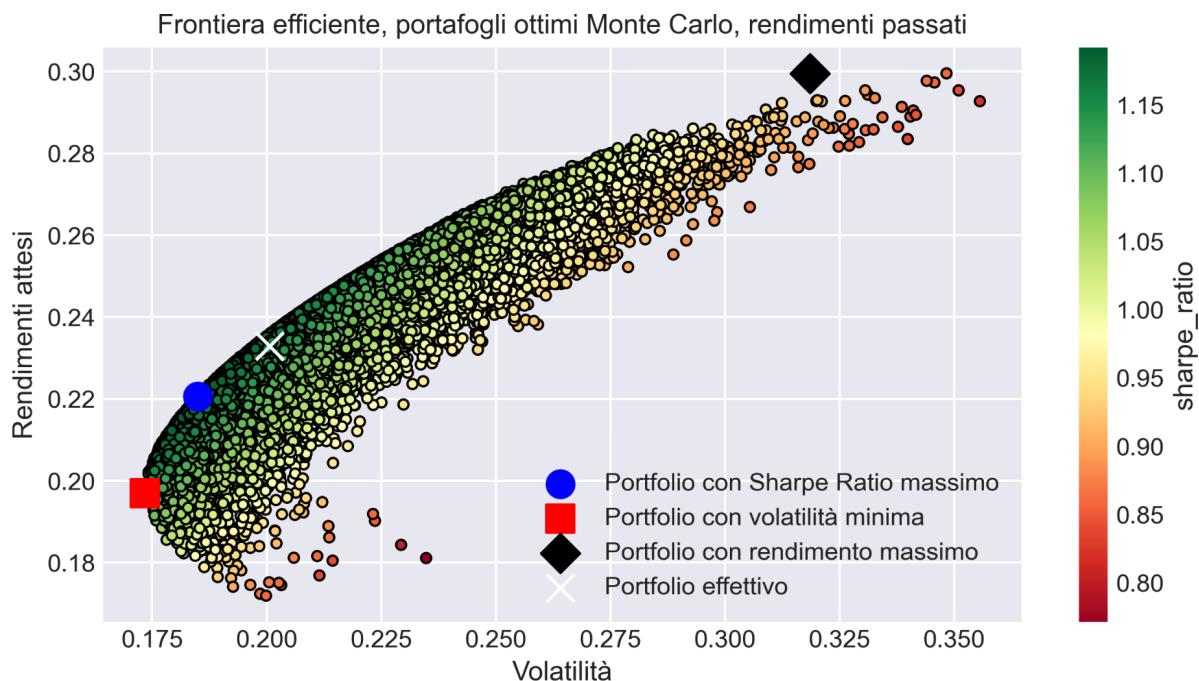
Portfolio con volatilità minima

<pre>==== Portfolio con rendimento massimo ==== Rendimento atteso: 0.4882421326080933 Volatilità: 0.3556467983332989 Sharpe Ratio: 1.3728287022298202  ==== Pesi portfolio con max returns ==== JPM: 0.06115774441783889 GS: 0.011487206120343981 PFE: 0.10617399817947089 ABBV: 0.05745779168338778 NVDA: 0.7047024919322247 AAPL: 0.05902076766673364  ==== Beta portfolio con max returns rispetto al mercato ==== Beta: 1.5447761360194643</pre>	<pre>==== Portfolio effettivo rendimenti passati ==== Rendimento atteso: 0.24521315995293255 Volatilità: 0.20067157801312835 Sharpe Ratio: 1.2219625837441224  Beta: 1.1595513052747444</pre>
--	---

Portfolio con rendimento massimo

Portfolio effettivo

Il portfolio effettivo è quello in cui tutti gli asset hanno lo stesso peso.



## Metodo analitico

Il metodo analitico consiste nell'utilizzare la libreria SciPy per risolvere un problema di ottimizzazione, in cui la funzione obiettivo è minimizzare la volatilità di un portfolio, imponendo vincoli sul rendimento di questo (uguale alla somma tra pesi e rendimenti medi) e sulla somma dei pesi (che deve essere 1). Ciò mi permette quindi di trovare un portfolio con volatilità minima che rispetta i minimi per ogni rendimento nel range generato.

Come range di rendimenti utilizzo [minimo rendimento Monte Carlo, massimo rendimento Monte Carlo].

Salvo in un dataframe quindi i 200 portfolio calcolati dall'ottimizzazione SciPy.

	<b>returns</b>	<b>volatility</b>	<b>sharpe_ratio</b>
195	0.480875	0.342261	1.404993
196	0.482717	0.343779	1.404147
197	0.484559	0.345301	1.403293
198	0.486400	0.346827	1.402431
199	0.488242	0.348356	1.401562

Coda del dataframe

Calcolo quindi i 3 portfolio ottimi:

```
==== (SciPy) Portfolio con sharpe ratio massimo ====
Rendimento atteso: 0.3887862915695487
Volatilità: 0.27196885843023744
Sharpe Ratio: 1.429525633985275

==== (SciPy) Pesi portfolio con max sr ====
JPM: 0.0916545222182945
GS: 4.732383307910673e-17
PFE: 0.0
ABBV: 0.2740660789860914
NVDA: 0.4174699332939107
AAPL: 0.2392985354981683

==== (SciPy) Beta portfolio con max sr rispetto al mercato ====
Beta: 1.3329696753871447
```

Portfolio con massimo sharpe ratio

```
==== (SciPy) Portfolio con volatilità minima ====
Rendimento atteso: 0.16773373591093852
Volatilità: 0.17338484582106242
Sharpe Ratio: 0.967653469469886

==== (SciPy) Pesi portfolio con min volatility ====
JPM: 0.2577828287667215
GS: 0.0
PFE: 0.3410918589653783
ABBV: 1.198325575888593e-19
NVDA: 1.9861507474365939e-19
AAPL: 0.21989076566802078

==== (SciPy) Beta portfolio con min volatility rispetto al mercato ====
Beta: 0.929857774853437
```

Portfolio con volatilità minima

```
==== (SciPy) Portfolio con rendimento massimo ====
Rendimento atteso: 0.4882421261159233
Volatilità: 0.3483558102655372
Sharpe Ratio: 1.4015615982631389

==== Pesi portfolio con max returns ====
JPM: 5.173639615114269e-18
GS: 3.6795256001036064e-18
PFE: 0.0
ABBV: 0.1919805086825604
NVDA: 0.6592686334355895
AAPL: 0.1495228664961546

==== (SciPy) Beta portfolio con max returns rispetto al mercato ====
Beta: 1.51803279715863923
```

Portfolio con rendimento massimo

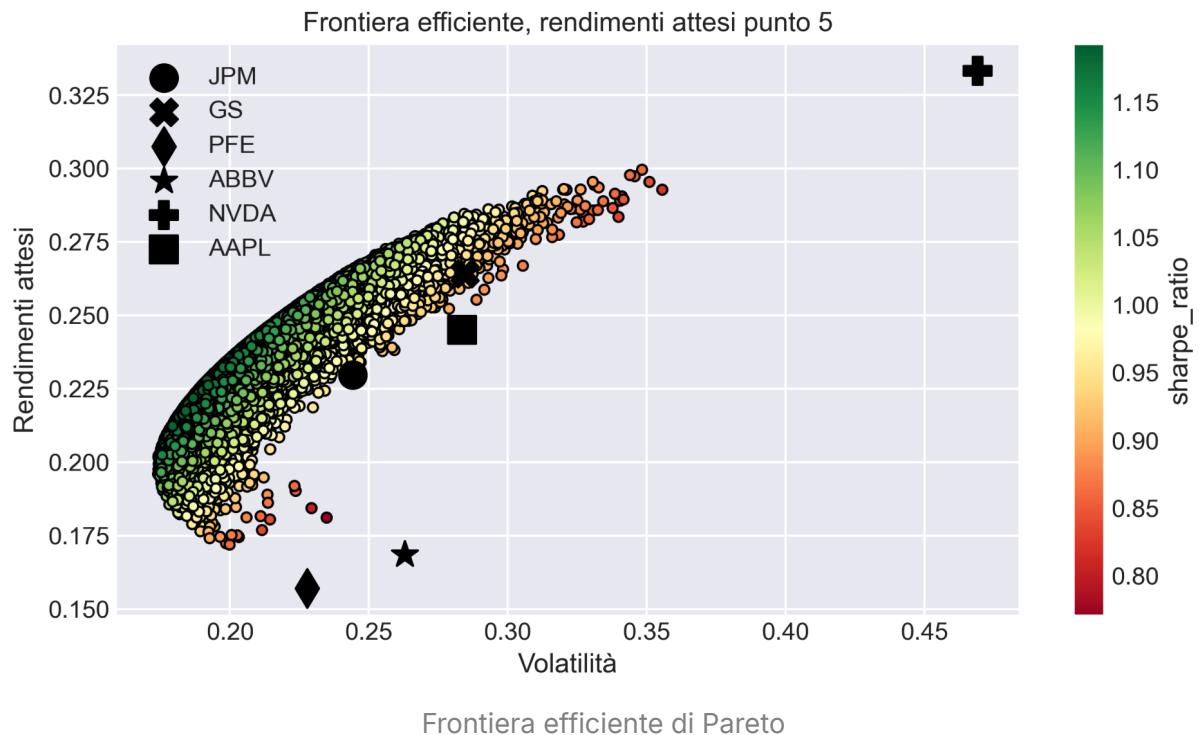
Il portfolio effettivo corrisponde a quello calcolato con metodo Monte Carlo.

## Rendimenti attesi costruiti

### Metodo di simulazione

In questo caso utilizzo i rendimenti medi annui stimati nel punto 5.

Ripeto tutto il procedimento del metodo di simulazione con rendimenti passati dato che cambiano soltanto i rendimenti.



Calcolo quindi i 3 portfolio ottimali e il portfolio effettivo:

```
==== Portfolio con sharpe ratio massimo ====
Rendimento atteso: 0.21862088773888527
Volatilità: 0.18334855418809198
Sharpe Ratio: 1.1923785748242575

==== Pesi portfolio con max sr ====
JPM: 0.29930955462407793
GS: 0.06489280197605839
PFE: 0.18525113569100995
ABBV: 0.14348266728690798
NVDA: 0.047704826982784394
AAPL: 0.25935901343916123

==== Beta portfolio con max sr rispetto al mercato ====
Beta: 1.0671448952247762
```

Portfolio con massimo Sharpe Ratio

```
==== Portfolio con volatilità minima ====
Rendimento atteso: 0.19596970047203008
Volatilità: 0.1741167322011218
Sharpe Ratio: 1.1255075718149015

==== Pesi portfolio con min volatility ====
JPM: 0.23782532253818742
GS: 0.029004411973438227
PFE: 0.35813987272225073
ABBV: 0.19304508929639547
NVDA: 0.0035700724484752882
AAPL: 0.1784152310212528

==== Beta portfolio con min volatility rispetto al mercato ====
Beta: 0.9211965236599877
```

Portfolio con volatilità minima

```
==== Portfolio con rendimento massimo ====
Rendimento atteso: 0.29955411873760596
Volatilità: 0.34836992991523835
Sharpe Ratio: 0.8598736372295114

==== Pesi portfolio con max returns ====
JPM: 0.11754600142420903
GS: 0.0798349853490705
PFE: 0.01075421646057645
ABBV: 0.018279598801832758
NVDA: 0.6476204497353695
AAPL: 0.125964748228942

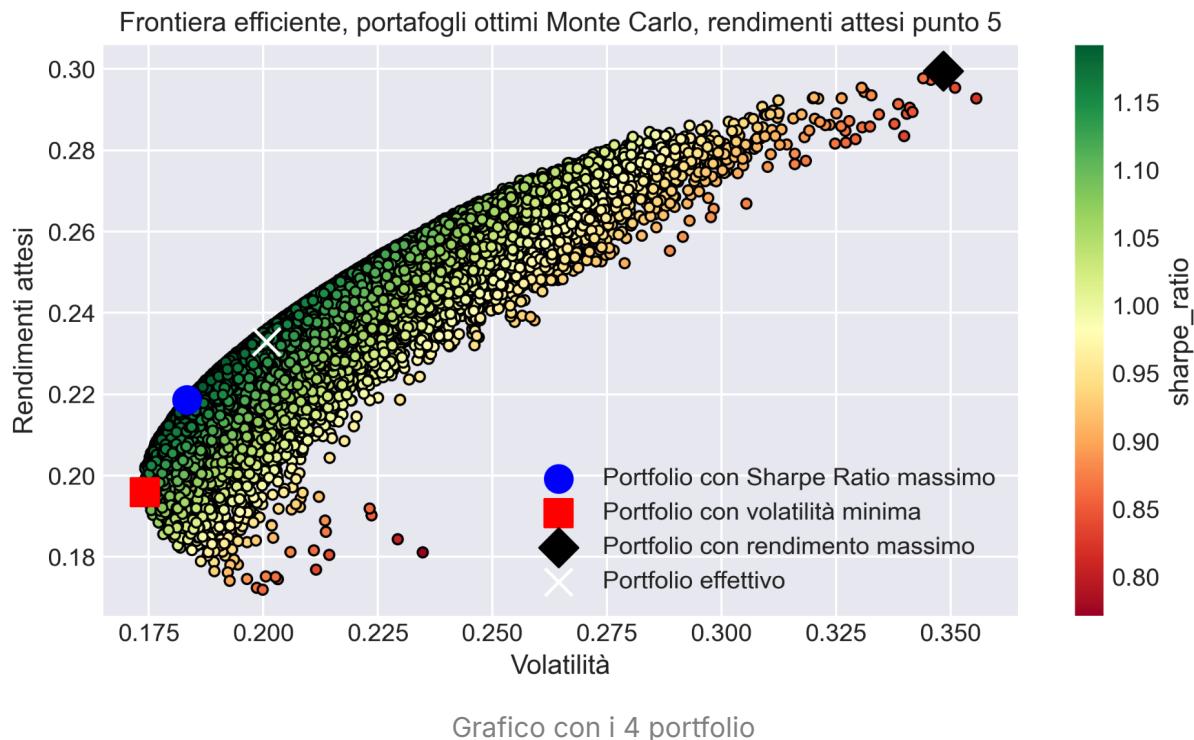
==== Beta portfolio con max returns rispetto al mercato ====
Beta: 1.5886218990825125
```

Portfolio con rendimento massimo

```
==== Portfolio effettivo ====
Rendimento atteso: 0.2329623625786403
Volatilità: 0.20067157801312835
Sharpe Ratio: 1.1609135926732954

Beta: 1.1595513052747444
```

Portfolio effettivo



## Metodo analitico

Ripetiamo il procedimento con metodo analitico dei rendimenti passati, ma utilizzando i rendimenti attesi costruiti nel punto 5.

Calcolo quindi i 3 portfolio ottimi (il portfolio effettivo è lo stesso di quello con metodo analitico)

```
==== (SciPy) Portfolio con sharpe ratio massimo ====
Rendimento atteso: 0.2206692512296586
Volatilità: 0.1849303474664201
Sharpe Ratio: 1.193255883342972

==== (SciPy) Pesi portfolio con max sr ====
JPM: 0.28794347617389926
GS: 0.08590678838409
PFE: 0.19671842679324
ABBV: 0.11689258872931396
NVDA: 0.052793596245280994
AAPL: 0.25975132922785676

==== (SciPy) Beta portfolio con max sr rispetto al mercato ====
Beta: 1.0803429453716389
```

Portfolio con massimo  
sharpe ratio

```
==== (SciPy) Portfolio con volatilità minima ====
Rendimento atteso: 0.1969396117895816
Volatilità: 0.173385308471399
Sharpe Ratio: 1.1358495284485241

==== (SciPy) Pesi portfolio con min volatility ====
JPM: 0.25568798992069
GS: 0.8
PFE: 0.3439846535317956
ABBV: 0.1818564748589865
NVDA: 0.0
AAPL: 0.2191001513886151

==== (SciPy) Beta portfolio con min volatility rispetto al mercato ====
Beta: 0.9274459522684927
```

Portfolio con volatilità  
minima

```
==== (SciPy) Portfolio con rendimento massimo ====
Rendimento atteso: 0.2995541559692617
Volatilità: 0.3185313846497707
Sharpe Ratio: 0.9404227351054443

==== Pesi portfolio con max returns ====
JPM: 0.0
GS: 0.4067978604398277
PFE: 0.0
ABBV: 9.061362453770724e-18
NVDA: 0.5122021395601724
AAPL: 0.0

==== (SciPy) Beta portfolio con max returns rispetto al mercato ====
Beta: 1.5886221412564245
```

Portfolio con rendimento  
massimo

# Conclusioni

Dai 6 titoli azioni azionari analizzati ho potuto notare come tutti hanno mostrato performance e volatilità diverse durante il periodo studiato. Soprattutto NVIDIA ha avuto il rendimento cumulato più alto (24413%) e la volatilità maggiore, mentre Pfizer il rendimento più basso (46%) e la volatilità minore. Eventi come la pandemia di COVID-19, la crisi bancaria del 2023 e l'aumento della domanda di GPU hanno sicuramente influenzato l'andamento dei titoli.

Riguardo la previsione degli andamenti ho potuto notare come abbia mostrato risultati misti, ad esempio ha avuto buone performance con Pfizer, mentre con NVIDIA il modello non è riuscito a prevedere la crescita esponenziale che ha avuto nell'ultimo anno.

Anche la mia strategia di trading ha mostrato qualche limite, soprattutto negli ultimi anni, avendo invece buoni risultati fino al 2018. Ciò potrebbe essere stato causato dall'utilizzo di parametri fissi che potrebbero aver limitato l'adattabilità della strategia ai cambiamenti di mercato.

Durante l'analisi CAPM e Fama-French ho potuto osservare come sono stati i titoli nel settore finanziario ad essere maggiormente sensibili ai movimenti di mercato, a differenza di quelli nel settore farmaceutico che hanno mostrato una maggiore stabilità.

Nella costruzione dei portfolio ho potuto constatare la coerenza dei punti precedenti, dato che nei vari metodi i portfolio ottimali con rendimento massimo erano spesso dominati da NVIDIA, mentre era Pfizer ad essere prominente nei portfolio a volatilità minima.

Ho quindi compreso strada facendo che la diversificazione tra settori e titoli con caratteristiche di rischio/rendimento è cruciale per la costruzione di un portfolio bilanciato e che le previsioni e strategie di trading devono essere costantemente aggiornate e adattate alle continue modifiche nelle condizioni di mercato per mantenere la loro efficacia.